

axel ritter

smart materials

in architecture, interior architecture and design

Cerneala fosforescentă, unul dintre materialele inteligente menționate în această carte, a fost folosită la tipărirea copertei. Grafica reinterpretează un motiv de tapet din anii 1970 cu un efect optic 3D și, în același timp, seamănă cu structura moleculară a unui material. Pentru mai multe informații despre efectul fosforescenței, care este vizibil în special într-un mediu întunecat, vezi p. 118 și urm.

Traducere Raymond Peat, Alford

Design grafic, layout si coperta Miriam Bussmann, Berlin

Idee de copertă, cercetare și selecție de imagini Axel Ritter, **Bad** Neuenahr-Ahrweiler

Editor Andreas Muller, Berlin

Editare și corectare Michael Wachholz, Berlin

Această carte este disponibilă și într-o ediție în limba germană (ISBN-13: 978-3-7643-7326-9, ISBN-10: 3-7643-7326-1).

O înregistrare a catalogului CIP pentru această carte este disponibilă la Biblioteca Congresului, Washington DC, SUA

Informații bibliografice publicate de Die Deutsche Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek listează această publicație în Deutsche
Nationalbibliografie; datele bibliografice detaliate sunt disponibile în
Internet la < <http://dnb.ddb.de> >.

Această lucrare este supusă dreptului de autor. Toate drepturile sunt rezervate, indiferent dacă este vorba de materialul integral sau parțial, în special drepturile de traducere, retipărire, reutilizare a ilustrațiilor, recitare, difuzare, reproducere pe microfilme sau în alte moduri și stocare în bănci de date. Pentru orice fel de utilizare, trebuie obținută permisiunea deținătorului drepturilor de autor.

This book does not make reference to existing patents, registered designs, trade marks etc. If such reference has been omitted, this does not signify that the product or the product name is not protected. The great number of different materials and products mentioned in this book made it impossible to carry an investigation into the possible existence of trademark protection in every case. Accordingly, in the interests of uniformity, the text makes no use of trademark symbols such as ® or TM. The use of the copyright symbol (©) has been limited to the picture credits.

© 2007 Birkhauser - Publishers for Architecture, PO.Box 133, CH-4010 Basel, Elveția Parte a Springer
Science + Business Media
Imprimat pe hârtie fără acid produsă din pastă fără clor. TCF «
Tipărit în Germania

ISBN-13: 978-3-7643-7327-6
ISBN-10: 3-7643-7327-X

www.birkhauser.ch

987654321

continuturi

	7
	10
	26
	43
45 MATERIALE INTELIGENTE	46
	47
	47
	53
	59
	66
	66
	7 2
	7 3
	73
	80
	80
	89
	89
	98
	100
	100

prefață tendințe și evoluții

materiale și produse inovatoare

materiale inteligente

MATERIALE INTELIGENTE ȘI SCHIMBĂ FORMA *Materiale inteligente
thermostrictive*

**MATERIALE DE EXPANSARE TERMICA (TEM) / MATERIALE DE
EXPANSIUNE (EM) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE**

TERMOBIMETALE (TB) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

**ALIAJE CU MEMORIA DE FORME (SMA) > MATERIALE, PRODUSE,
PROIECTE** *materiale electroactive inteligente*

POLIMERI ELECTROACTIVI (EAP) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

MATERIALE INTELIGENTE ȘI SCHIMBĂTOR OPTIC *Materiale inteligente
fotocromatice*

MATERIALE FOTOCROMICE (PC) >

MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE *materiale inteligente termocrome și
termotrope*

**MATERIALE TERMOCROMICE/-TROPICE (TC, TT) > MATERIALE,
PRODUSE, PROIECTE** *materiale electrocromice și electrooptice inteligente*

**MATERIALE ELECTROCROMICE/-OPTICE (EC, EO) > MATERIALE,
PRODUSE, PROIECTE**

MATERIALE INTELIGENTE care schimbă aderența *materiale inteligente fotoadezive*

DIOXID DE TITANIU (TiO₂) >

MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

109 MATERIALE INTELIGENTE CU SCHIMB
DE ENERGIE

110	MATERIALE INTELIGENTE CU EMISIE DE LUMINĂ
111	<i>materiale inteligente fotoluminiscente</i>
111	FLUORESCENTA > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
118	FOSFORESCENTA > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
125	<i>materiale inteligente electroluminiscente</i>
125	ELECTROLUMINESCENTA DE INJECTIE DIODE LUMINICE (LED) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
130	ELECTROLUMINESCENZA PE FILM GROS MATERIALE ELECTROLUMINESCENTE (EL) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
135	ELECTROLUMINESCENZA POLIMERI/MOLECULE MICI DIODE EMITENTE DE LUMINĂ ORGANICE (OLED) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
142	MATERIALE INTELIGENTE GENERATOARE DE ELECTRICITATE
143	<i>materiale fotoelectrice inteligente</i>
143	CELELE SOLARE DYE (DSC) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
148	<i>materiale termoelectrice inteligente</i>
148	GENERATORE TERMOELECTRICE (TEG) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
154	<i>materiale inteligente piezoelectrice</i>
154	CERAMICA/POLIMERI PIEZOELECTRIC (PEC, PEP) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
164	MATERIALE INTELIGENTE CU SCHIMB DE ENERGIE
165	<i>materiale inteligente care depozitează căldura</i>
165	MATERIALE DE SCHIMBARE DE FAZĂ (PCM) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

173 SCHIMB DE MATERIALE MATERIALE
INTELIGENTE

174	SCHIMB DE MATERIALE MATERIALE INTELIGENTE
175	<i>materiale inteligente pentru stocarea gazului/apă</i>
175	ADMINISTRĂRI MINERALE/ABSORBANȚE (MA _d , MA _b) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
182	POLIMERI ABSORBENȚI/SUPERABSORBENȚI (AP SAP) > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

„Întregul este mai mult decât suma părților sale.”
(*Aristotel, *384 î.Hr.*)

Această carte este potrivită pentru studenții, practicienii și personalul didactic activ în domeniile arhitecturii, designului și artei: pentru toți cei care sunt deschiși către tehnologia inovatoare, care caută noi materiale și produse de utilizare în viitor sau pentru cei care doresc doar să fie inspirați. Criticile, sugestiile și ideile referitoare la această publicație sunt binevenite în mod expres. Autorul ar fi încântat să primească informații despre materiale noi la: info@ritter-architekten.com

Autorul a fost implicat în dezvoltarea și aplicarea materialelor inteligente și a structurilor adaptive și cinetice în domeniile arhitecturii experimentale și designului inovator de mai bine de zece ani. Pe lângă activitățile sale ca arhitect și proiectant independent, autorul a publicat articole pe acest subiect și a susținut prelegeri invitate.

Din când în când, utopienii, futurologii și chiar unii politicieni au dezvoltat scenarii despre cum va arăta lumea de mâine. În trecut, rareori li s-a dovedit că au dreptate. O mare parte din ceea ce au prevăzut nu s-a întâmplat niciodată așa cum au spus ei că se va întâmpla. Acest lucru se aplică în special intervalelor de timp preconizate, care sunt de obicei prea scurte, și previziunilor frecvente pentru omniprezența globală a fenomenelor.

Clădirile și viața din clădirile noastre s-au schimbat în ultimii 25 de ani. În afară de câteva excepții, nu clădirile și tipurile de locuințe spectaculoase definesc vremurile noastre, ci mai presus de toate schimbările în tehnologia clădirilor și automatizările. Prin dezvoltarea de materiale, produse și construcții inovatoare, trecerea către dotarea clădirilor cu mai multe funcții, dorința de noi mijloace de exprimare și constrângeri ecologice și economice, este acum posibilă proiectarea unor clădiri clar diferite de cele din deceniile precedente.

Ne aflăm în pragul următoarei generații de clădiri: clădiri cu diferite grade de înaltă tehnologie, care sunt extrem de ecologice în comportamentul lor prin utilizarea inteligentă a materialelor, produselor și construcțiilor adaptabile funcțional și sunt capabile să reacționeze la schimbările din mediul lor direct sau indirect și să se adapteze pentru a se potrivi.

Acest lucru creează noi sarcini pentru proiectanții și planificatorii acestor clădiri, care trebuie să se asigure că, în realizarea a ceea ce este fezabil din punct de vedere tehnic, nu se pierde din vedere bunăstarea ocupanților și li se oferă oportunitatea de autodeterminare. Pentru a face acest lucru în procesul de proiectare este nevoie de cunoașterea și integrarea cât mai multor dintre acești parametri. Rolul central al tehnologiei și automatizarea proceselor nu trebuie să ducă la privarea oamenilor de dreptul lor de a lua decizii; trebuie să li se ofere posibilitatea de a interveni atunci când apare nevoia de a avea lucrurile așa cum le-ar dori.

Că toate procesele de adaptare prea sensibile nu sunt întotdeauna avantajoase se poate observa cu clădirea Institut du Monde Arabe (IMA) din Paris din 1987 de Jean Nouvel, care a fost echipată cu o multitudine de foto-obturatoare mecanice pentru a controla transmisia luminii: oamenii din interiorul clădirii au considerat secvențele repetate de adaptare o pacoste. Au avut loc tot timpul, la intervale scurte și uneori chiar sub un cer puternic acoperit. Pentru a rezolva problema, controlul a fost făcut mai puțin sensibil și numărul de procese posibile de comutare redus.

Fluxurile de energie și materie pot fi optimizate prin utilizarea materialelor inteligente, deoarece majoritatea acestor materiale și produse preiau energie și materie indirect sau direct din mediu. Această abordare nu implică alte cerințe conexe, de exemplu, așa cum ar apărea prin produsele de automatizare în rețea convenționale. În prezent, utilizarea materialului inteligent este făcută necesară din cauza dorinței unei mai multe automatizări, pentru materiale și produse compacte care reacționează la senzori și dispozitive de acționare și cererea globală tot mai mare de surse de energie și materii prime costisitoare.

În funcție de popularitatea viitoare a utilizării materialelor inteligente și de efectele vizibile asupra clădirilor noastre, imaginea noastră în raport cu mediul nostru construit se va schimba din ceea ce suntem obișnuiți să vedem ca arhitectură. Metropole precum Tokyo, care suferă o schimbare continuă și rapidă de aspect în unele cartiere, arată că oamenii sunt capabili să trăiască cu o schimbare arhitecturală permanentă.

Materialele inteligente este un termen relativ nou pentru materiale și produse care au proprietăți modificabile și care își pot schimba în mod reversibil forma sau culoarea ca răspuns la influențe fizice și/sau chimice, de exemplu lumina, temperatura sau aplicarea unui câmp electric. Materialele non-inteligente nu au astfel de proprietăți speciale, materialele semi-inteligente se remarcă prin capacitatea lor, de exemplu, de a-și schimba forma ca răspuns la o influență o dată sau de câteva ori. Cu materialele inteligente, aceste modificări sunt repetabile și reversibile.

Materialele semi-inteligente și materialele inteligente sunt ceea ce am putea numi materiale funcționale. Termenul „material”, așa cum este folosit aici, include substanțele din care se pot realiza produse intermediare, precum și materialele generice în sine. Termenii „arhitectură interioară” și „arhitectură” au fost folosiți în anumite locuri, dar în altă parte „arhitectura” poate fi citit pentru a acoperi ambele.

Materialele inteligente sunt adesea descrise ca fiind materiale adaptive sau inteligente. În timp ce majoritatea materialelor inteligente cunoscute astăzi pot fi descrise și ca materiale adaptive datorită proprietății lor de a se adapta singure, descrierea „materiale inteligente” trebuie considerată ca fiind colocvială. Această descriere este incorectă deoarece inteligența are și asocieri cu informatica, iar materialele și produsele cunoscute până în prezent nu sunt în general adecvate sau până acum nu au fost folosite într-un astfel de context.

O modificare a unei proprietăți a materialelor inteligente poate fi adesea însoțită de modificări ale altor proprietăți. Anumiți compuși fotocromici (PC) își schimbă culoarea în mod reversibil ca răspuns la lumină și la schimbările de temperatură. Și invers se poate întâmpla ca mai multe proprietăți să se schimbe deodată după stimularea unei singure influențe. De exemplu, fluidele magnetoreologice (MRF) sub influența unui câmp magnetic, pe lângă modificarea proprietăților de curgere, modifică și proprietățile electrice, termice, acustice și optice ale suspensiilor lor în același timp. Unele materiale inteligente prezintă, de asemenea, un comportament invers, făcând modificări în ambele direcții. Materialele inteligente piezoelectrice sunt capabile să genereze sarcini electrice prin efectul compresiei sau tensiunii și, în sens invers, își schimbă forma la aplicarea unui câmp electric. Ocazional, este posibil să combinați mai multe materiale sau produse cu proprietăți inteligente împreună pentru a crea comportamente complexe de schimbare.

Utilizarea materialelor cu proprietăți în schimbare nu este o invenție a timpurilor moderne. Din istoria timpurie, omul a turnat apă fierbinte peste lemn pentru a-l determina să se umfle și să despică roca. Conurile de pin, intestinale și părul uman lung și blond au fost folosite pentru a indica umiditatea din aer și ca dispozitive de acționare în instrumentele de umiditate ale aerului. Modificarea lungimii a două metale diferite îmbinate unul cu altul a fost folosită încă de la începutul revoluției industriale în întrerupătoarele termoelectrice.

Următoarele variabile de influență fizice și chimice pot acționa ca stimuli declanșatori pentru schimbări în materialele inteligente:

With special thanks to:

The publisher

and the following people

Dr. Alexander Kraft, Dr. Karl-Heinz Heckner,
Gesimat GmbH, Berlin, Germany
Dr. Arno Seeboth, Fraunhofer Institut für Angewandte
Polymerforschung (IAP), Potsdam-Golm, Germany Prof.
Christina Kubisch, Hoppegarten, Germany Erhard Klein,
Galerie Klein, Bad Munstereifel, Germany
Eun Sook Lee, Korea
Dr. Gerhard Span, SAM - Span and Mayrhofer KEG,
Wattens, Austria
Dr. Hartmut Schubert, OKER-Chemie GmbH, Germany
Prof. Dr. Norbert Hampp, Philipps-Universität, Marburg,
Germany
Dipl. Masch.-Ing. ETH Patrick Lochmatter, Eidgenössische
Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
(EMPA), Dübendorf, Switzerland
Ruth Handschin, Zurich, Switzerland

and the following companies

Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG,
Schwarzenfeld, Germany
G.B.C. Ltd., Oxfordshire, England
James Robinson Ltd., Huddersfield, England
Micropelt GmbH, Freiburg, Germany
Novaled AG, Dresden, Germany
PI Ceramic GmbH, Lederhose, Germany
Prinz Optics GmbH, Stromberg, Germany
Taiyo Europe GmbH, Munich, Germany

LUMINA, LUMINA UV
Partea vizibilă și ultravioletă a radiației electromagnetice.
TEMPERATURĂ
Starea termică a unui sistem fizic, de exemplu un corp.
PRESIUNE
Raportul dintre forță și suprafață.
CÂMPUL ELECTRIC
Câmpul din vecinătatea unei sarcini electrice.
CÂMP MAGNETIC
Câmpul din vecinătatea unui magnet sau a unei sarcini electrice în mișcare, de exemplu, un fir care transportă un curent electric.
MEDIUL CHIMIC
Prezența anumitor elemente și/sau compuși chimici, de exemplu apă.

Capitolul despre tendințe și dezvoltări introduce subiectul și oferă o primă privire în alte domenii decât arhitectura, în timp ce materialele și produsele inovatoare oferă o imagine de ansamblu asupra evoluțiilor actuale în cercetarea materialelor și dezvoltarea produselor. Pentru a face distincția, acestea sunt comparate cu alte materiale inovatoare non- și semi-inteligente.

Partea principală a cărții tratează diferitele tipuri de materiale inteligente, folosind descrieri cuprinzând combinații de adjective în principal din limba greacă. De exemplu, o influență precum lumina a fost exprimată ca „fotografie” și o proprietate în schimbare, cum ar fi culoarea, ca „crom”. În cazul de mai sus, descrierea completă este „materiale inteligente fotocromice”. Ilustrațiile și legendele sunt de obicei menționate de la stânga sus în jos și apoi de la dreapta sus în jos. Ilustrațiile din introducerea grupurilor individuale de materiale inteligente sunt preluate în mod normal din proiectele prezentate în grupul respectiv.

În succesiunea și împărțirea materialelor inteligente prezentate aici au trebuit să se țină seama de unele puncte speciale. Clasificarea în funcție de factorii de influență și de modificarea proprietăților nu clarifică absolut lucrurile, deoarece în cazul unor materiale inteligente, modificările pot fi declanșate de două, trei sau mai multe influențe diferite sau, în alte cazuri, stimularea de către o singură influență poate duce la modificarea mai multor proprietăți în același timp. Prin urmare, materialele au fost diferențiate de la caz la caz din punct de vedere al importanței lor în contextul aplicațiilor arhitecturale realizate sau viitoare. Materialele alese oferă o imagine de ansamblu asupra materialelor inteligente cele mai potrivite la momentul actual pentru utilizare în arhitectură, arhitectură interioară și design.

tendințe și evoluții

ARHITECTURĂ

Tendințele și evoluțiile apar în ritmuri diferite în domeniul arhitecturii, în funcție de condițiile comerciale și politice, locația geografică, mediul natural-antropogen și - posibilitățile tehnologice și financiare. Materialele inovatoare au un inel recurent și un rol crucial de jucat aici.



Hybrid Muscle cu bivol alb înhamat:
R&Sie... architects. | Vedere din
exterior. | Vedere interioară.

arhitectura ecologica

Materialele și produsele utilizate în acest domeniu includ cele care pot fi reciclate sau sunt fabricate din deșeuri. În multe cazuri, acest lucru este pe propriul risc al dezvoltatorului, deoarece de obicei nu a fost acordată nicio aprobare de construcție. Siguranța la incendiu sau toxicitatea sau ambele sunt adesea principalele preocupări care fac mai dificil ca aceste materiale și produse să se stabilească în condiții normale de utilizare.

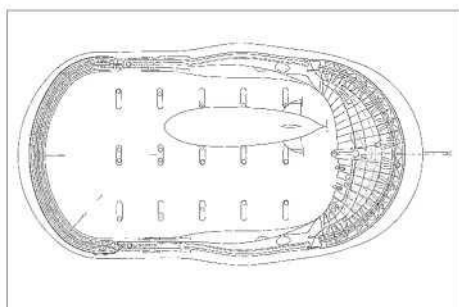
Un exemplu al modului în care o clădire poate transforma energia mecanică în energie electrică este proiectul *Hybrid Muscle* al arhitecților francezi R&Sie...: o contragreutate de 3t plasată într-o clădire a fost ridicată de un bivol alb și a furnizat suficientă energie electrică de la un generator dinamo-electric pentru iluminat, un laptop și un sistem telefonic.

Există, de asemenea, câteva cazuri în care energia provine de la oameni, de exemplu prin transformarea mișcărilor lor în energie electrică; acest lucru poate fi în timpul sportului sau în timpul mersului. O interpretare actuală pe linia acestei teme este oferită de arhitectul Mitchell Joachim cu ideea sa de studio de fitness plutitor. Puterea musculară sportivă a persoanelor care folosesc sala de sport este transformată prin mijloace adecvate în energie electrică și folosită pentru a conduce *RiverGym NY*, care - adăpostit împotriva intemperiilor de o cupolă transparentă de protecție - este capabil să-și schimbe din nou și din nou împrejurimile.

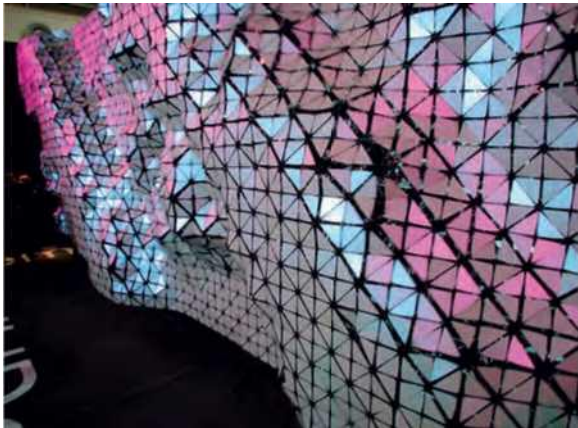
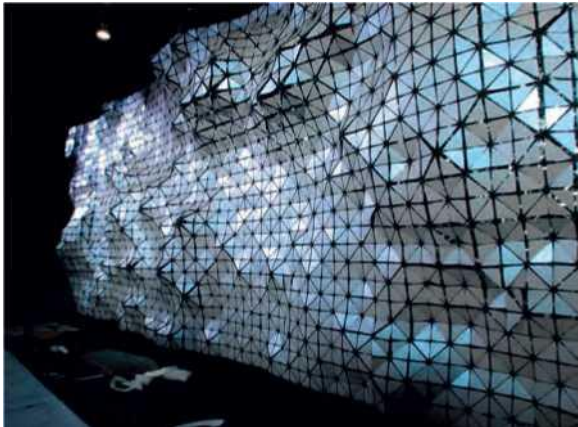
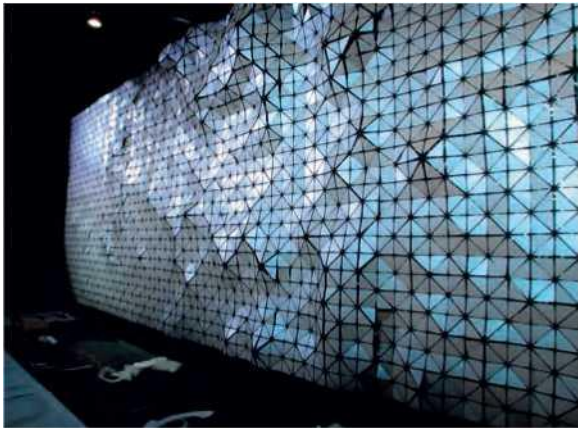
Două lucrări ale autorului, *Dynaflex p01* și *Anthrogena*, arată că energia obținută de la oameni poate fi folosită direct pentru a schimba geometria spațiului arhitectonic într-un mod pur mecanic. *Dynaflex p01* este o structură portantă cu greutate controlată, care crește în lungime ca răspuns la deformarea verticală a unor părți ale structurii, cauzată de oamenii care trec peste ea (vezi materiale inteligente generatoare de energie electrică, pp. 162 și urm. [1]). Prin contrast, la *Anthrogena*, pe lângă răspândirea în lățime ca răspuns la sarcină, structura se deformează și este stabilizată prin transferul de volume de aer.

arhitectură neschimbabilă/neschimbabilă

În funcție de locația lor geografică și topografică, clădirile sunt supuse și uneori trebuie protejate de diverse influențe atmosferice, locale și antropologice. Materialele de autocurățare au fost dezvoltate în acest scop și sunt încorporate în elemente de construcție precum țiglele, membranele și în fațade pentru a le menține permanent curate. Au fost dezvoltate acoperiri și etanșări cu auto-vindecare, care se resigilează singure în caz de deteriorare pentru a-și restabili efectul de protecție și pentru a nu necesita reparații costisitoare. De asemenea, sunt dezvoltate materiale și acoperiri foarte rezistente, de exemplu folosind particule la scară nanometrică, pentru a crea suprafețe cu rezistență deosebit de mare la zgârieturi, rupere sau căldură (vezi p. 42 și dioxid de titan (TiO₂), pp. IOOff.). Aceste dezvoltări prezintă un interes deosebit pentru clădirile care trebuie să reziste la condiții climatice extreme și/sau se așteaptă să rămână în funcțiune pentru o perioadă foarte lungă de timp.



Hangarul pentru dirijabil *Morphyt nt* în stare închisă, vedere din spate. | Planul hangarului. | Vedere de sus a unui model al structurii portante *Anthrogena* cu greutate controlată. | Vedere laterală. | *RiverGym NY* în acțiune. | Mai multe *RiverGyms NY* pe orizontul New York-ului.



arhitectură schimbătoare/schimbătoare

Arhitectura poate fi proiectată să se schimbe sau să fie modificată în moduri specifice. În loc să tolereze sau să contracareze schimbările involuntare ale clădirilor cauzate de influențe naturale și/sau antropologice, unii arhitecți caută să folosească aceste efecte ca element formal în proiectele lor. În ultimii ani, s-a lucrat mai mult la așa-numitele anvelope adaptive ale clădirii, care, în cazul ideal, sunt capabile să reacționeze la împrejurimile lor imediate și adiacente într-un mod destul de diferit de structurile anterioare. În funcție de designul lor și de sistemele senzoriale, precum și de structurile și componentele lor pasive și active, ei sunt capabili să reacționeze reversibil la mediul înconjurător pe o perioadă lungă de timp. Această sarcină necesită materiale și produse cu proprietăți reversibile.

Parametrii care determină proprietăți relevanți pentru arhitectură care pot fi proiectați ca schimbători sau modificabili includ:

FORMĂ	CULOARE/ASPECT	SUNET (ZGOMOT)	MIROS (MIROS)
-------	----------------	----------------	---------------

FORMĂ

Din diverse motive, poate fi util și util ca forma unei părți sau a întregului edificiu să aibă capacitatea de a fi schimbată sau de a se schimba. Așa-numitele acoperișuri convertibile, adică acoperișuri capabile să se plieze sau cu secțiuni care alunecă unele peste altele și constând din construcții rigide și/sau flexibile care formează suprafața, au fost din ce în ce mai folosite încă din anii 1970 ca protecție temporară împotriva intemperiilor sub formă de acoperiș pentru stadioane sau piscine. Un concept inovator pentru un acoperiș decapotabil pneumatic a fost dezvoltat de autor ca parte a unui proiect pentru un hangar pentru dirijabil, în care hangarul a fost acoperit cu o structură portantă bivalentă constând dintr-o membrană gonflabilă cu trei straturi. Când hangarul este închis, o ușoară suprapresiune stabilizează pielea clădirii, folosind principiul unei structuri pneumatice. Pentru deschiderea hangarului, aerul este introdus în golurile inițial plate din membrană, astfel încât golurile umflate să devină arcuri presurizate pentru a prelua rolul portant. Con tracția pielii hangarului la umplerea cu aer deschide poarta.

Arhitecții americani deCOI au dezvoltat un perete cinetic interactiv, Aegis Hyposurface. Un număr de actuatoare pneumatice reactive au fost construite într-un cadru structural de bază. Dispozitivele de acționare au fost conectate mecanic la o suprafață formată din rânduri de plăci mobile, împărțite în diagonală, pe exteriorul structurii. Peretele reacționează la diverși stimuli, cum ar fi lumina, sunetul și mișcarea. Software-ul special face ca suprafața să se schimbe spațial. Mișcările spontane ale plăcilor oferă o simulare aproape naturală a undelor în mișcare, printre alte efecte.

Aegis Hyposurface în acțiune. | opus: CycleBowl





COLOUR/APPEARANCE

Costul relativ ridicat și stabilitatea inadecvată pe termen lung înseamnă că materialele care schimbă culoarea cu autoacțiune sunt încă rareori utilizate pentru suprafețele exterioare. Situația este diferită în interiorul clădirilor, unde au existat deja o serie de aplicații diferite; acestea sunt descrise mai detaliat în secțiunile de mai jos.

Straturile comutabile optic din plicurile clădirii pot fi proiectate pentru a oferi atât un ecran de confidențialitate temporar, cât și întunecare controlată a unei încăperi. Pe lângă materialele sensibile în mod specific care trec de la opace la transparente la anumite temperaturi sau când se aplică un câmp electric, au existat și diverse sisteme mecanice dezvoltate în trecut. Un sistem capabil să exercite o influență diferită asupra transparenței pielii exterioare a unei clădiri este peretele de film ETFE al *CycleBowl*, pe care arhitecții Atelier Bruckner din Stuttgart, Germania, l-au dezvoltat pentru Expo 2000 de la Hanovra. Pernele cu trei straturi cuprind fiecare câte trei cearșafuri; unul cu imprimeu pozitiv, unul cu imprimeu negativ și unul lasat transparent. Sub control pneumatic, foaia din mijloc imprimată ar putea fi presată pe foaia exterioară imprimată invers sau pe foaia interioară neimprimată pentru a face fațada să pară plată în anumite momente și tridimensională în altele. În plus, spațiul interior ar putea fi, de asemenea, etanșat deasupra capului împotriva razelor solare prin tuburi gonflabile controlate pneumatic integrate în acoperiș.

SOUND (NOISE)

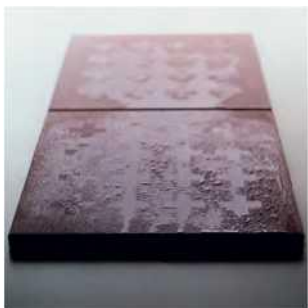
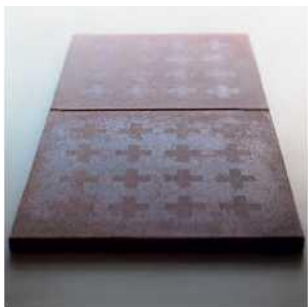
Există încercări de a face elemente de construcție precum pereții și ferestrele izolate fonic prin suprapunerea activă a undelor sonore. O undă sonoră care sosește este analizată și apoi neutralizată prin trimiterea unei unde sonore opuse. Pentru aceasta se poate folosi un convertor piezoelectric de sunet (vezi ceramica/polimeri piezoelectrice, pp. 154 urm.).

ODOUR (SCENT)

Producătorii din China au reușit să dezvolte materiale cu parfumuri încorporate, care, atunci când sunt folosite ca acoperiri de podea și merg pe jos, sunt capabile să elibereze molecule de miros în aerul camerei. O sculptură accesibilă cu o piele exterioară constând complet din șiruri de plante fragrant în ghivece a fost creată de artistul danez/îcelandez, dar cu domiciliul german, Olafur Eliasson, în lucrarea sa *Dufttunnel* pentru „Orașul mașinilor” din Wolfsburg 2004. Cele trei secțiuni de tunel legate sunt menținute în rotație continuă pentru a furniza în mod adecvat plantelor lumina naturală și pentru a intensifica efectul. Plantele parfumate sunt înlocuite la fiecare șase săptămâni cu altele noi în perioada expunerii în lunile de vară din aprilie până în septembrie.

O altă posibilitate de utilizare a mirosurilor în arhitectură este în domeniul marketingului parfumurilor.

CycleBowl | *Dufttunnel* la „City City“ din
Wolfsburg.



hydrophil-hydrophob II (2006) înainte și după efectul apei,

intelligent architecture

Casa *inteligentă TRON*, prima clădire pe care am considera-o inteligentă după standardele actuale , a fost proiectată în 1988 de Ken Sakamura în Nishi Azuba, Japonia. Costând 1 miliard de yenii la acel moment, clădirea complet automatizată conținea un total de 380 de computere, care erau conectate în rețea cu arhitectura TRON . Toate informațiile externe primite, de exemplu, de la televizor , radio și telefon, precum și toate informațiile interne, schimbate, de exemplu, prin intermediul unui sistem audiovizual, ar putea fi apelate pe monitoare instalate în fiecare cameră.

Zece ani mai târziu, în 1998, Bill Gates a construit o casă inteligentă, care, cu ajutorul senzorilor integrali și al software-ului asociat, este capabilă să recunoască oamenii și, în funcție de preferințele utilizatorului, produce o schimbare a mediului, astfel încât, de exemplu, atunci când o persoană intră într-o cameră, o imagine preferată este afișată pe un monitor.

Un consorțiu format din mai multe institute Fraunhofer și companii private coordonate de Institutul Fraunhofer pentru circuite și sisteme microelectronice (IMS) a dezvoltat *InHaus*, care a fost ridicat în 2001 la Duisburg, Germania. Pe lângă dezvoltarea și conectarea în rețea a echipamentelor tehnice, scopul proiectului este integrarea acestor echipamente într-o estetică modernă de casă, ergonomie, confort și stil de viață. Inițiativa SmarterWohnenNRW, care este în prezent cel mai mare proiect activ de viață inteligentă din Europa, va crea 1000 de case pilot în Renania de Nord-Westfalia, din nou cu participarea mai multor institute Fraunhofer.

În principiu, clădirile inteligente pot fi create și prin utilizarea materialelor inteligente. Aceste clădiri ar necesita structuri capabile să primească și să prelucreze o multitudine de date complexe, de preferință care implică sisteme electrice. Dacă o astfel de structură rămâne dependentă de o simplă chestiune de stimul și reacție, atunci un sistem nu poate fi descris ca fiind inteligent.

decorative architecture

Elementele decorative pot prelua și alte funcții, de exemplu pentru a obține o reducere a greutateii sau pentru a permite vederi într-un spațiu prin îndepărtarea formei negative de pe o suprafață. Alte funcții sunt cele de protecție solară sau un ecran de confidențialitate, adesea sub formă de -suprafețe din sticlă imprimată sau sablata. În acest context, există o serie de efecte diferite care pot fi create prin utilizarea de noi tipuri de materiale și produse care schimbă culoarea și pot fi comutate optic. De exemplu, suprafețele monocrome cu aspect inițial sever pot fi brusc însuflețite de efectul anumitor stimuli. Acest lucru se poate întâmpla prin utilizarea unei vopsele transparente, sensibile la umiditate, aplicată pe anumite zone pentru a dezvălui un model atunci când ploaia cade pe ea.

O astfel de utilizare este demonstrată de lucrarea autorului din 1995 *hydrophil-hydrophob*. Prin aplicarea unui agent de izolare transparent, lichid, pe bază de silicon, pe anumite părți din două tavi din piatră turnată , a fost posibil să se producă efectul contrastant de lumină-întuneric dorit.

DESIGN AND ART

Textiles, automobiles and furniture have to satisfy high requirements before they enter series production. However, new, innovative materials and products can sometimes be introduced more quickly in these industries than in architecture, and even more so than in the construction fields. In certain circumstances, materials and products tested in these other fields can also be modified to be used in architectural applications. It is not unusual for artists, with their sensitivity and pleasure in experimentation, to be the first to use innovative materials and products, and develop some unusual applications for them.

design textil

În vremurile mai vechi, textilele aveau în general doar una sau două proprietăți permanente. Astăzi sunt dezvoltate tot mai multe textile cu proprietăți în schimbare, adică se pot schimba singure ca răspuns la unul sau mai mulți factori de influență. Acest lucru este posibil de materialele și - produsele lor cu proprietăți inerente autoschimbabile, așa-numitele materiale inteligente. Aceste materiale inteligente pot fi deja disponibile, recent introduse pe piață sau pot fi produse nou dezvoltate. Pot fi folosite singure sau în combinație cu materiale non-inteligente sau semi-inteligente.

Următoarea secțiune tratează designul textil numai în legătură cu îmbrăcămintea, deoarece textilele utilizate în scopuri arhitecturale sunt descrise în partea principală a acestei cărți.

Pe lângă numeroasele proiecte experimentale de design, în ultimii ani au apărut diverse materiale textile în îmbrăcămintea funcțională, inclusiv așa-numita îmbrăcămintă inteligentă. Câteva exemple de îmbrăcămintă, deja disponibile sau aflate în stadiul de prototip, reflectând aceste tendințe în care materialele inteligente joacă un rol major sunt descrise mai jos. Unele dintre proprietățile și calitățile lor speciale pot fi utilizate și în scopuri arhitecturale, fie în forma descrisă aici, fie într-o altă modificare.

Îmbrăcămintă anti-murdărie care încorporează nanoparticule
MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

Pentru a proteja costumele de apă sau de petele încăpățănate precum ketchup și cafea, Bugatti, un producător german de îmbrăcămintă pentru bărbați la prețuri mari, le-a realizat dintr-o țesătură specială care elimină murdăria printr-un efect de auto-curățare datorită particulelor la scară nanometrică încorporate.

Îmbrăcămintă care schimbă forma care încorporează aliajul cu memorie de formă (SMA)
MATERIALE INTELEJENTE

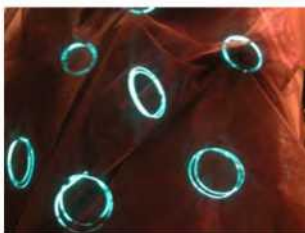
Compania italiană de îmbrăcămintă Corpo Nove, prin firma sa spin-off Grado Zero Espace, a fabricat o cămașă cu mâneci lungi dintr-o țesătură care încorporează un aliaj cu memorie de formă (SMA), în acest caz, Nitinol. În funcție de modul în care a fost preprogramată, materialul se formează în diferite forme ca răspuns la temperatura ambiantă. Cămașa cu numele *Oricalco* își suflecă propriile mâneci. Când temperatura camerei depășește o anumită valoare, materialul din mâneci formează pliuri, iar mânecile se scurtează în lungime. Cămașa poate fi, de asemenea, comprimată în cel mai mic volum posibil, de exemplu pentru transport. Permițându-i să atingă o temperatură preprogramată, de exemplu prin introducerea de aer cald de la un uscător de păr, își recapătă forma inițială.



Costume auto-curățate pentru bărbați. | vizavi: cămașă Oricalco : vedere completă. | Plierea scurtează mânecile. | Fotografie în prim-plan a materialului textil.







Îmbracaminte care schimbă culoarea cu coloranți TERMOCROMICI
MATERIALE INTELIGENTE

Înființată în Italia ca un laborator de cercetare și consultanță de design interactiv, Cute Circuit a dezvoltat și fabricat mai multe materiale textile de îmbrăcăminte schimbătoare, inclusiv fusta *Skirteleon*, care își poate schimba culoarea și modelul în funcție de activitățile și starea de spirit a persoanei care o poartă. Dimineața la serviciu, fusta este albastră; la sfârșitul după-amiezii, de exemplu la întâlnirea cu prietenii, apare un motiv animal; iar seara la un restaurant capătă un model japonez elegant.

Îmbrăcăminte care emite LUMINĂ CU CABLUL ELECTROLUMINESCENT (CABLUL EL)
MATERIALE INTELIGENTE

Rochia KinetiDress neagră de inspirație victoriană de la Cute Circuit reacționează la activitatea fizică a purtătorului. Are un model de inele electroluminescente care răspund la intensitatea mișcărilor corpului emitând diferite intensități de lumină. Atunci când purtătorul este implicat în activități pașnice, cum ar fi lectura, îmbrăcămintea arată neagră. Mișcarea lejeră, cum ar fi mersul, produce inele albastre ușor iluminate. Cu mișcări mai intense, cum ar fi dansul, inelele devin complet iluminate.

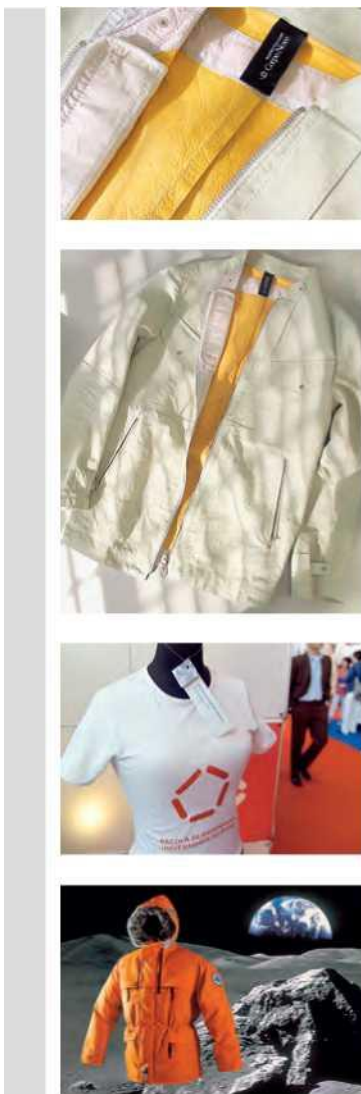
Îmbrăcăminte care reglează climatul, care încorporează polimerul cu memorie de formă (SMA)
MATERIALE INTELIGENTE

Un alt produs de la Grado Zero Espace este o geacă de piele cu mai multe straturi funcționale. Aplicarea hârtiei obișnuite pentru țigări pe piele permite ca pielea în sine să fie menținută extrem de subțire. Jacheta are, de asemenea, o membrană climatică care reglează umiditatea și căldura, realizată dintr-un polimer cu memorie de formă (SMP), care controlează permeabilitatea la transpirație și fluxul de căldură, ca răspuns la temperatura corpului. O căutare serioasă a utilizărilor arhitectonice ale SMP-urilor este în curs de desfășurare.

Îmbrăcăminte pentru reglarea climei, care include elemente PELTIER (PE)
MATERIALE INTELIGENTE

Aceeași companie a dezvoltat și lenjerie de corp cu răcire activă pentru șoferii de mașini de curse. Lenjeria încorporează elemente Peltier (PE), care pot fi construite ca generatoare termoelectrice (TEG) (vezi generatoarele termoelectrice (TEG), pp. 14 Sff.), dar spre deosebire de TEG-urile sunt capabile să transforme curentul electric în căldură și rece. Un textil similar cu răcire activă a fost dezvoltat la Universitatea din Minho din Portugalia. Și aici, efectul de răcire se bazează pe - conversia termoelectrică.

Skirteleon : fotografie în prim plan a materialului textil cu motivul animal vizibil.
| *KinetiDress* în timpul diferitelor activități.
| Fotografie de prim-plan a materialului textil cu inele iluminate realizate din cabluri EL.



Jachetă cu membrană climatică care reglează umiditatea și căldura. | Tricou care se răcește activ. | *Jacheta Absolute Frontier*. | Jachetă fără contact .

Îmbrăcăminte care schimbă parfumul care încorporează ciclodextrine
MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

Pentru a preveni acumularea de mirosuri, țesăturile pentru anumite costume fabricate de Bugatti, Germania, încorporează ciclodextrine netoxice absorbante în mod natural, care absorb fumul, transpirația sau grăsimea în interioarele lor hidrofobe goale.

Îmbrăcăminte supraizolantă care include aerogel
MATERIALE NEINTELEPTE

Pentru frigul extrem, Corpo Nove a conceput jacheta *Absolute Frontier*, care folosește aerogelul din material termoizolant. Dezvoltat deja în 1930, aerogelul este cel mai bun material termoizolant disponibil pe piață, al doilea numai după produsele aspirate. În viitorul apropiat, am putea vedea îmbrăcămintea cu o grosime de numai 3 mm fiind adecvat izolatoare până la -50°C. Aerogelul este folosit și în arhitectură, de exemplu ca material termoizolant între geamurile din sticlă.

ÎMBRĂMĂNĂȚIE DE DEFENSĂ CU TEXTILE CU EMISIE DE ELECTRONI ȘI LED-uri
MATERIALE INTELIGENTE

Jacheta *No-Contact* concepută de compania americană-americană cu același nume este menită să apere pe purtător împotriva atacurilor. Comercializată în principal pentru protecția femeilor, purtătorul activează mai întâi jacheta cu o cheie. Un LED îi informează purtătorului că acest lucru a fost făcut. În cazul unui atac, purtătorul apasă un buton de control în oricare dintre mâneci pentru a elibera un curent electric pulsatoriu de amperaj scăzut, dar la o tensiune de 80.000 de volți, care curge prin suprafața jachetei. Jacheta creează arcuri electrice vizuale și sonore între umeri și guler pentru a avertiza atacatorul care se apropie.

Îmbrăcăminte de comunicație cu MP3 PLAYER INTEGRAT
MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

O jachetă cu un player MP3 integrat a fost dezvoltată de Infineon în colaborare cu parteneri de sistem. Acesta este un exemplu de așa-numită electronică portabilă. Componentele electronice anterioare nu puteau fi integrate pe deplin în îmbrăcăminte, deoarece ar deveni nefuncționale prin spălare. Aici compania a dezvoltat o soluție în care toate cele patru componente (cip audio, modul de alimentare, microfon și comenzi) ale sistemului au fost complet încapsulate pentru a le proteja împotriva umezelii și aveau etanșări de înaltă calitate, rezistente adecvat. Fire fine au fost țesute în țesătură pentru a transfera semnalele electrice. Energia a fost furnizată la început de la baterii reîncărcabile cu polimer litiu-ion, care în faza ulterioară de producție în serie aveau să fie înlocuite cu cipuri termogeneratoare (vezi generatoare termoelectrice (TEG), pp. 148 și urm.). Aceste cipuri ar genera un curent electric cu o ieșire mai mare de 1,0 pW/cm și o tensiune de 5 V/cm din diferența mică de temperatură dintre piele și îmbrăcăminte. În cele mai multe cazuri, acest lucru este adecvat pentru componente de putere redusă, cum ar fi senzori și microcipuri. Cu toate acestea, până acum nu au fost introduse pe piață niciun produs care încorporează cipuri termogeneratoare.



Îmbrăcămintea COMUNICARE INCORPORĂ TEHNOLOGIA BLUETOOTH MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

O tehnologie potrivită pentru comunicarea la distanță este Bluetooth, pe care Cute Circuit din Italia l-a încorporat în sistemul său de cămăși *F+R Hugs din 2004* pentru a transmite date despre evenimentele de contact. Sistemul, deja disponibil astăzi, constă dintr-o cămașă echipată cu Bluetooth, senzori și actuatoare, un telefon mobil și software special. Contactul cu zonele sensibile colorate corespunzător de pe cămașă creează tensiuni electrice; acestea sunt preluate de telefonul mobil al sistemului și transmise prin radio, sub formă de unde electromagnetice, către partenerul de telefonie mobilă la alegerea purtătorului; acolo din nou sunt transformate, prin activarea dispozitivelor de acționare din cămașa partenerului, în mișcări similare.

GEANT DE MÂNĂ CU EMISIE DE LUMINĂ CU FILM ELECTROLUMINESCENT (EL FILM) MATERIALE INTELIGENTE

Compania germană BREE a produs o geantă de mână cu o lumină interioară constând dintr-un film luminiscent tridimensional deformabil (film EL), care a fost dezvoltat de Bayer, Germania, și un specialist în electronică elvețian. Nivelul uniform de lumină emis pe o zonă luminează întregul interior al geții de mână.



Sistem de cămăși *F+R Hugs* | Geantă de mână cu folie EL activată montată pe lateral: vederi din exterior și în geantă. | Geaca cu MP3 player integrat și alte componente electronice.



ale senzorului sunt posibile cu filmele EL. | *Maybach 62*: acoperișul panoramic integrat electrotransparent văzut din interior. | *Mini Concept*: vedere a planșei de bord și a duzei de evacuare a parfumului integrate în A-pilari.

design de automobile

Designul de automobile, care s-a distins în repetate rânduri prin dezvoltări deosebit de inovatoare, uneori spectaculoase, poate lua meritul pentru o serie de materiale inteligente noi, care merită menționate, care ar putea fi, de asemenea, de interes pentru aplicații arhitecturale. Mai jos sunt descrise diverse prototipuri și vehicule de serie în care au fost utilizate materiale inteligente și s-au realizat concepte inovatoare.

AUTOMOBIL PENTRU CULOARE, SUNET ȘI MIROS CU FILME ELECTROLUMINESCENTE (EL FILMS) ȘI MATERIALE INTELIGENTE GENERATOR DE MIROSE

Un automobil cu o serie de abilități senzoriale a fost dezvoltat de compania de design și concept elvețian Rinspeed în colaborare cu mai mulți parteneri de sistem. Modelul *Senso*, prezentat la Salonul Auto din 2005 de la Geneva, are un sistem de detectare și influențare a stării emoționale a șoferului. Stimulii pozitivi emanați de vehicul sunt mențiți să facă conducătorul mai sigur să conducă. Mașina are un ceas biometric, care măsoară pulsul șoferului și o cameră mobilă pentru ochi, care înregistrează comportamentul acestuia la volan. Un computer de bord evaluează datele colectate și oferă șoferului diferiți stimuli vizuali, acustici și olfactiv, în funcție de starea sa actuală de spirit: un total de patru monitoare LCD și finisaje interioare care pot fi iluminate în diferite culori creează lumină portocalie pentru a excita, albastru pentru a calma și modele verzi pentru o stare uniform echilibrată. Finisajele interioare sunt realizate din folii electroluminescente (filme EL) și emit o lumină uniformă a zonei. Ca tehnologie de suprafață inteligentă, aceasta a fost prima lor aplicație într-un automobil (vezi electroluminiscență/materiale electroluminescente cu peliculă groasă (EL), pp. 130 și urm.); tonuri special compuse sunt redată ca suport acustic pentru șofer și mirosurile sunt eliberate prin sistemul de ventilație al vehiculului, fie un grapefruit citric revigorant, fie o vanilie-mandarin calmant (vezi p. 41).

AUTOMOBIL SCHIMBĂTOR OPTIC CU COMPONENTE ELECTROOPTICE MATERIALE INTELIGENTE

În clasa de modele de lux, *Maybach 62* are opțiunea de a fi echipat cu un acoperiș panoramic integrat electrotransparent, care comută reversibil între transparent și opac pentru a oferi protecție solară sau pentru a întuneca interiorul.

AUTOMOBIL CU GENERATOR DE MIROSURI MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

Un concept de parfum sofisticat a fost dezvoltat ca parte a unui studiu pentru o versiune break a Mini, *Mini Concept*, care acum a fost construit într-o serie de variante: un monitor montat central pe tabloul de bord poate afișa o serie de scenarii de condus diferite, fiecare asociat cu un miros specific. Un dispozitiv din compartimentul motor introduce parfumul în interiorul vehiculului printr-o ieșire de ventilație pe partea șoferului.



tictac , cu zone de schimbare
a culorii.

proiectarea mobilierului

Deoarece mobilierul folosit în interiorul camerelor este expus la condiții climatice deloc pretențioase sau doar puțin solicitante, pot fi utilizate materiale și produse mult mai puțin costisitoare.

MOBILĂ SCHIMBĂTOR DE CULOARE CU COLORANTI TERMOCROMICI MATERIALE INTELIGENTE

Mobilierul care își schimbă culoarea este relativ ușor de produs prin utilizarea textilelor cu proprietăți adecvate. În cele două scaune *tictac*, o lucrare concepută și implementată la Institutul Interactiv din Suedia în cadrul STATIC! proiect, suprafețele superioare utilizate pentru depunerea articolelor sunt echipate cu material textil care schimbă culoarea, sensibil la temperatură violet și roșu. La temperatura normală a camerei suprafața este monocromă, în timp ce peste o anumită temperatură, în funcție de componentele termocrome utilizate, are loc o schimbare de culoare. Acest lucru poate fi cauzat de contactul cu suprafețele fierbinți sau de aerul cald din cameră.

MOBILIER LUMINOS CU GLAMĂ FOSFORRESCĂ MATERIALE INTELIGENTE

Mesele din sticlă care luminesc în întuneric au fost dezvoltate de designerii de interior și de produse Gruppe RE, cu sediul în Köln, Germania. Un strat superior de vopsea vitroceramică fosforescentă stochează lumina zilei și lumina artificială și o eliberează din nou în întuneric. Stratul superior, care poate fi aplicat printr-un număr de procese diferite, inclusiv prin serigrafie, este copt pentru a crea o legătură puternică între glazură și suprafața sticlei.

MOBILIER LUMINOS CU TESTURĂ LUMINATĂ MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

Compania italiană Luminex are un material textil laminat în gama sa de produse. Este o țesătură compozită realizată din fire convenționale și fire conductoare de lumină și poate fi iluminată în diferite culori. Lumina creată artificial este condusă către fiecare capăt de fir separat al părții conductoare de lumină a țesăturii și reflectată la suprafețele interioare, astfel încât proporția majoră de lumină este re-emisă. O posibilă utilizare a acestor textile laminate ar putea fi ca acoperire pentru scaune.



țesături luminoase conductoare de lumină . | Masa din sticla luminescenta zi si noapte.

art

Există multe cazuri de utilizare a materialelor speciale, noi și inovatoare, a produselor și a aplicațiilor inteligente de materiale în domeniul artei. Nu este neobișnuit ca artiștii, cu sensibilitatea lor, sentimentul lor pentru problemele sociale, analiza individuală și plăcerea în experimentare, să caute metode interesante de exprimare neexploatate anterior.

ARTĂ SCHIMBĂTORUL DE CULOARE FOLOSIND NITRATUL DE ARGINT
MATERIALE SEMI-INTELEJENTE

La începutul anilor 1970, artistul german Sigmar Polke deja experimenta și picta cu materiale capabile să se schimbe. În câteva dintre fotografiile sale anterioare, a folosit diverse materiale fotografice, cum ar fi nitratul de argint sensibil la lumină, care devine negru în timp când este supus la lumină. Acest proces nu a fost reversibil. Pentru Polke, crearea autonomă a acestor imagini a fost un fenomen interesant, deoarece nu putea prevedea de la început care vor fi efectele finale (după [2]). Pe lângă nitratul de argint ireversibil, artistul a experimentat și vopsele reversibile, sensibile la temperatură (vezi materiale termocromice/tropice (TC, TT) p. 80) și vopsele sensibile la umiditate.

ARTĂ SCHIMBĂTORUL DE CULOARE CU VOPSELE CLORURĂ DE COBALT
MATERIALE INTELIGENTE

Pentru Bienala XLII de la Veneția, Italia, în 1986, Polke a acoperit interiorul conchei de pe pavilionul Republicii Federale Germania cu o vopsea higo-/hidrocromă constând dintr-o soluție de clorură de cobalt legată de apă. Vopseaua și-a schimbat culoarea, în funcție de gradul de umiditate a aerului, de la albastru-lavandă (stare nesaturată) la violet și roșu trandafir la roșu (stare saturată).

ARTĂ EMITĂTOR DE LUMINĂ CU VOPSEA FOSFORRESCĂ
MATERIALE INTELIGENTE

Schattenwand *mit Blitzelektronik* finalizat de artistul german Konrad Lueg în 1968 este o lucrare artistică foarte timpurie în care a fost folosită vopsea fosforescentă. Când a fost declanșat de un pistol, ecranul din trei părți, de 200 cm x 341,50 cm, a fost excitat și fosforescat. Dacă obiecte sau oameni ar trece între ecran și bliț, acestea ar rămâne ca umbre pentru o clipă.

Materialele fosforescente încă inspiră un număr mare de artiști să le folosească pentru picturi și instalații. Vopselele fosforescente nu trebuie aplicate întotdeauna pe întreaga suprafață . O arată instalația *Tips*, înființată în 1998 de artistul newyorkez Sharon Loudon. Pentru instalarea sa, Loudon a folosit sârmă de oțel pentru a țese un număr enorm de dopuri dentare din bumbac tratate corespunzător într-o textură tridimensională asemănătoare covorului, o idee care ar putea fi adaptată într-un design de fațadă. La lumină, instalația de 150 cm x 400 cm arată ca un covor moale, alb, cu incluziuni gălbui și negre; pe întuneric părțile negre dispar și impresia este una de luncă laminată.



Hygrowall: right half of the conch with applied hygro-/hydrochromic paint in the unsaturated state (lavender-blue) and the almost saturated state (rose-red). | *opposite: Tips*: overall view by day and at night. | Close-up photograph by day and at night.



materiale și produse inovatoare

Există un număr mare de materiale și produse în curs de dezvoltare care sunt aproape de piață în introducere sau sunt deja disponibile. Unele au fost dezvoltate special pentru utilizare în domeniul arhitecturii; altele au fost inițial destinate utilizării în proiectarea produselor, de exemplu în textile sau automobile, și sunt oferite arhitecților doar sporadic sau deloc prin furnizorii lor obișnuiți de produse. Dacă arhitecții sunt în situația de a încorpora aceste materiale și produse direct sau sub formă modificată în lucrările lor, atunci poate apărea un val de posibilități noi și interesante pentru proiectarea și construcția clădirilor . Arhitecții creativi își dezvoltă în special materiale și produse inovatoare pentru aplicații specifice sau dezvoltă noi aplicații și materialele și produsele asociate, pe care ulterior aranjează să le producă. Astfel, nu deseori - arhitectul poate fi proiectantul, dezvoltatorul și producătorul.

În funcție de caracteristicile lor, structura și alte proprietăți, materialele și substanțele de astăzi pot fi diferențiate în general după cum urmează:

MATERIALE RECICLABILE
Aceste materiale sunt fabricate în principal din deșeuri zdrobite și curățate. Cu excepția cazului în care materia primă este sortată în prealabil pentru a separa fracțiile valoroase, produsele rezultate sunt de obicei de o calitate mai scăzută decât materialele utilizate inițial.
MATERIALE BIODEGRADABILE
Materiale, de exemplu din amidonul vegetal, care sunt descompuse și complet descompuse de microorganisme care trăiesc în sol.
BIOMATERIALE
Materiale plastice și alte materiale fabricate din surse regenerabile. Un obiectiv curent al cercetării, de exemplu, este utilizarea bacteriilor speciale consumatoare de CO ₂ în producția de materiale plastice biodegradabile.
MATERIALE NEVARIABILE
Aceste materiale sunt în mare parte neafectate de influențele fizice și chimice, de exemplu schimbările temperaturii ambiante. Un astfel de material este aliajul metalic Invar.
SUBSTANȚE FUNCȚIONALE
Un termen general pentru substanțele monofuncționale și multifuncționale.
MATERIALE INTELIGENTE
Apartin substanțelor funcționale. Aceste materiale, substanțe și produse au proprietăți modificabile și își pot schimba în mod reversibil forma sau culoarea ca răspuns la influențe fizice și/sau chimice, de exemplu lumina, temperatura sau aplicarea unui câmp electric. Ele pot fi diferențiate în materiale non-inteligente, materiale semi-inteligente și materiale inteligente.
MATERIALE HIBRIDE
Aceste materiale sunt fabricate prin combinarea a cel puțin două componente diferite, de exemplu componente biologice cu componente sintetice.
MATERIALE GRADIENTE FUNCȚIONAL
Materiale compozite cu straturi care se îmbină treptat. Acest lucru duce la o schimbare continuă a proprietăților materialului.
NANOMATERIALE
Materiale realizate din substanțe la scară nanometrică. Ele pot fi utilizate ca acoperiri sau la - fabricarea produselor, de exemplu.

Următoarea secțiune evidențiază câteva tendințe recente în materie de materiale și produse, dintre care unele prezintă un interes deosebit în domeniul arhitecturii, dar uneori și în alte domenii ale activității de design, cum ar fi designul de produse, de exemplu.

materiale și produse durabile

O abordare pentru a face clădirile insensibile la anumite influențe externe, de exemplu pentru ca acestea să reziste la condiții extreme, este folosirea de materiale și produse deosebit de durabile (rezistente). O altă abordare este folosirea de materiale și produse, uneori chiar și construcții, care sunt capabile să se repare, să își schimbe funcțiile sau să se întărească. Exemple de astfel de materiale și produse includ:

MATERIALE DURABILE (REZISTENTE) NEȘI SEMI-INTELEGENTE

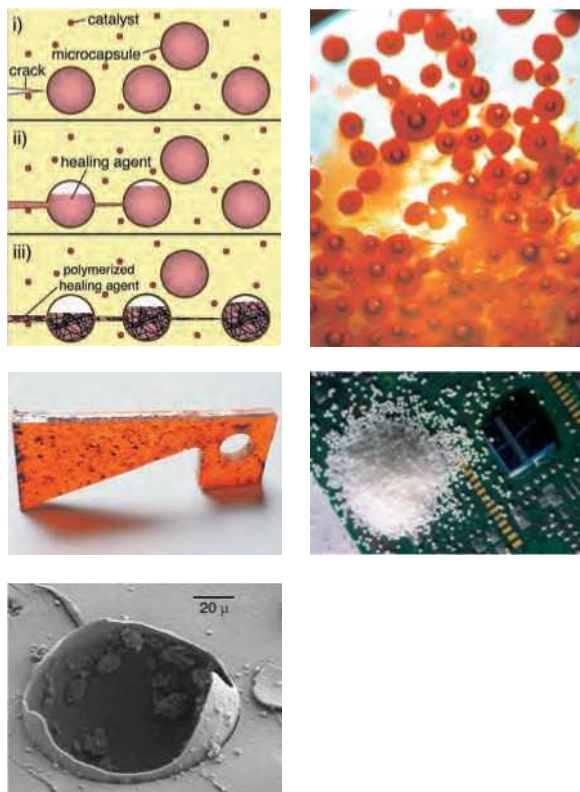
Un exemplu este mătasea de păianjen, un material care mai presus de toate este asociat cu textilele viitoare și se distinge prin elasticitate și rezistență deosebite. După decenii de cercetări, acesta este acum capabil să fie fabricat sintetic la o calitate adecvată și în cantități mari, adică viabile din punct de vedere economic. Oamenii de știință canadieni și americani au fost primii care au reușit să izoleze genele păianjenilor și să le introducă în celulele de la hamsteri și vaci. În zilele noastre se folosesc caprele al căror lapte produce proteine sintetice de păianjen. Comercializată sub denumirea comercială de Biosteel, una dintre utilizările acestei mătase este în vestele antiglonț. Fabricarea firelor sintetice de păianjen în bioreactoare mari poate fi urmărită până la o echipă de cercetare germană care a identificat și a transferat prima gena păianjen, atât de importantă pentru producția de mătase, în celulele bacteriene. Pe lângă utilizarea mătăsii create artificial în textile, se testează aplicații în domeniile hârtiei și materialelor de construcție; aici mătasea putea fi folosită ca întărire. Ar fi de conceput să se construiască anvelope de clădiri textile rezistente la impact sau glonț, de exemplu, pentru a fi folosite ca acoperișuri pentru arene sportive și alte structuri.

MATERIALE NEȘI SEMI-INTELEGENTE CU AUTO-VINDECARE

Deoarece acesta este un domeniu de cercetare relativ tânăr, există doar câteva materiale și produse disponibile cu această funcție. Potențialul mare de utilizare a acestor produse și succesul economic anticipat înseamnă că se lucrează la dezvoltări noi și ulterioare în multe industrii diferite.

În funcție de reutilizabilitate și reproductibilitate, există sisteme în care procesele de auto-vindecare pot fi reversibile sau nereversibile.

Materialele neinteligente cu auto-vindecare, de exemplu geotextile cu bentonită (vezi ad-/absorbanți minerali (MAd, MAb), pp. 175 și urm.) pot fi clasificate ca materiale inteligente și vor fi tratate în secțiunea principală a acestei cărți. Aici vor fi discutate doar sistemele cu proprietăți inteligente limitate . Un bun exemplu sunt materialele plastice cu auto-vindecare care sunt dezvoltate la Universitatea din Illinois (UIUC), SUA. Sistemul este descris de cercetătorii universității drept „sistem de vindecare automată” sau „sistem de auto-vindecare”. Constă dintr-o matrice de polimer epoxidic care dă formă, în care sunt încorporați catalizatori distribuiți uniform și microcapsule umplute cu un mediu de vindecare. Dacă apare o rupere a polimerului epoxidic, mediul de vindecare conținut în microcapsulele care au fost fracturate este eliberat și locul ruperii este umplut. Contactul cu catalizatorul are ca rezultat polimerizarea: fractura este apoi etanșată permanent.



Vopseaua cu auto-vindecare este deosebit de interesantă pentru industria auto, deoarece cu acest sistem zgârieturile mici, cum ar fi cele care apar în timpul unei vizite la spălătorie sau în timpul conducerii în teren, sunt sigilate automat. Pentru a realiza acest lucru, se foloseşte o răşină foarte elastică, care se întinde uniform pe suprafaţă şi sigilează găurile mici. Prima utilizare pe linie de producţie a unei astfel de vopsea a fost implementată recent de un producător de automobile japonez pe un vehicul de teren. În viitorul apropiat, este posibil ca utilizarea acestui material să fie extinsă la articolele predispuse la zgârieturi, cum ar fi oglinzile exterioare şi barele de protecţie.

În arhitectură ar fi posibil să se utilizeze astfel de materiale, de exemplu, pentru suprafeţe lucioase în zonele de balustradă şi plinte, unde se aşteaptă doar deteriorări uşoare prin zgârieturi şi sunt dorite suprafeţe vopsite complete, dar nu au fost fezabile până acum.

Mulţi oameni nu sunt conştienţi de faptul că unul dintre motivele pentru care structurile istorice precum apeductele romane sau bisericile gotice au durat atât de mult este proprietăţile inerente de auto-vindecare ale liantului folosit. Acest efect de auto-vindecare este evident într-un anume pod din secolul al XVIII-lea din Amsterdam; aici apa dizolvă calcitul din cărămizile poroase de lut şi îl transportă în orice fisuri, unde le etanşează permanent [3]. Aşa-numitele betoane auto-vindecătoare de astăzi au fibre adăugate la ele care se sparg la o anumită sarcină şi eliberează un umplutură eficient. O nouă abordare care este examinată în prezent la Universitatea de Tehnologie Delft, Țările de Jos, este adăugarea bacteriilor care formează calcit în beton.

MATERIALE NE-ŞI SEMI-INTELEPTE AUTORÂNTĂRI

O zonă de cercetare relativ nouă este examinarea posibilităţilor materialelor cu proprietăţi de auto-întărire, care ar putea fi, de asemenea, de interes pentru construcţia viitoare a clădirilor. De exemplu, Universitatea Tehnică din Clausthal, Germania, a efectuat cercetări asupra polimerilor de auto-întărire pe bază de polipropilenă (PP). Cercetătorii au descoperit că „un PP tensionat axial, înconjurat de un PP care curge uşor pentru a forma un PP cu două componente, prezintă un comportament diferit atunci când este tensionat sau supus efectelor de temperatură” în comparaţie cu polimerii obișnuiți [4],

materiale și produse schimbătoare/schimbătoare

Materialele, produsele și construcțiile sensibile și reactive sunt necesare pentru a ajuta clădirile să reacționeze dinamic la diferite influențe din motive de stabilitate și absorbție a energiei, de exemplu . Materialele și produsele variabile/schimbătoare pot fi utile în acest context. Ele sunt capabile să-și schimbe proprietățile ei înșiși sau proprietățile lor fiind modificate de influențe externe, cum ar fi efectul luminii, temperaturii, forței și/sau aplicarea unui câmp electric. Aceste influențe pot duce la schimbări direct fără conversie sau indirect cu conversie. De exemplu, o forță poate, fără transformare în orice altă formă de energie, să producă modificări plastice reversibile sau elastice ale materialelor sau produselor sau o creștere a temperaturii poate fi transformată în forță, care la rândul său produce modificări plastice ireversibile ale formei materialelor sau produselor.

Aceste materiale și produse pot fi împărțite în diferite grupuri, în funcție de capacitatea lor de a-și schimba proprietățile sau de a le modifica de influențe externe.

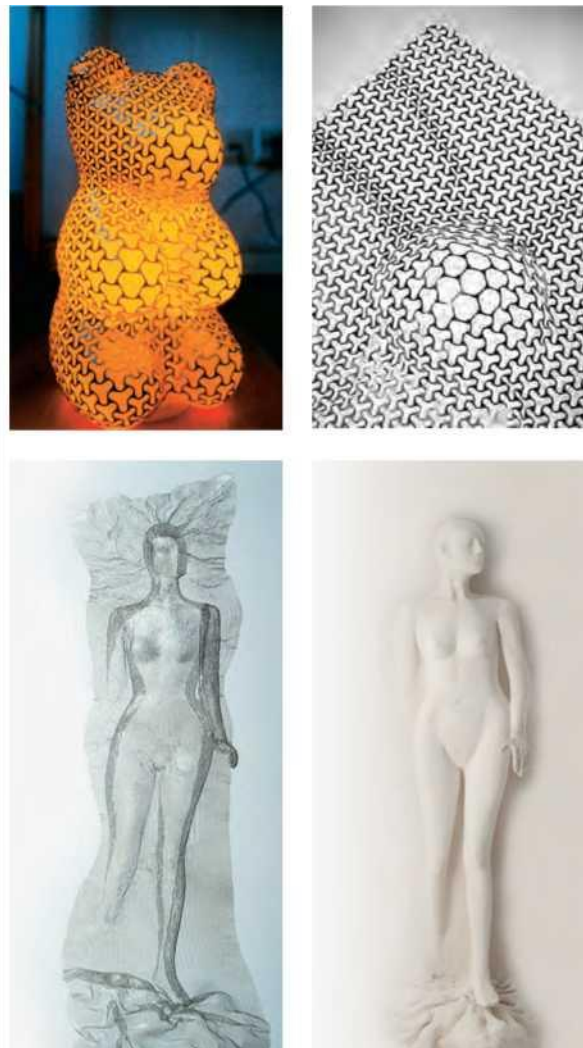
MATERIALE NEȘI SEMI-INTELEPTE ȘI SCHIMBĂ FORME

În funcție de material, grosimea acestuia și forma finală necesară, instrumentele și mașinile sunt în mod normal necesare pentru a deforma foile metalice solide în trei dimensiuni. Metalul convențional poate fi deformat doar folosind o forță relativ mică dacă metalul este țesut sau ștanțat în prealabil într-o structură mai remodelabilă. Metalul expandat este un astfel de material, dar poate fi deformat doar în trei dimensiuni într-o măsură limitată.

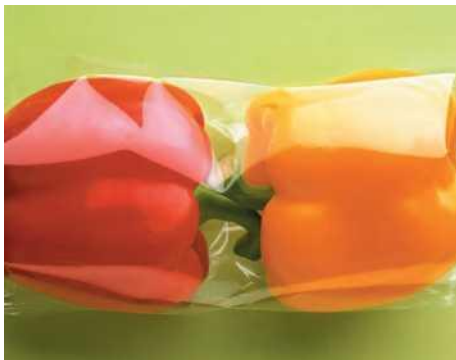
O tablă perforată relativ nouă din aluminiu se comportă într-un mod diferit. Poate fi lucrat cu ușurință manual, întins sau supărat. În acest exemplu, un model de găuri în formă de Y (în produsul Formetal) permite materialului să fie ușor deformat în trei dimensiuni.

Materialele termocontractabile sub formă de film sau manșoane se numără printre acele materiale și produse care își schimbă forma plastic și ireversibil ca răspuns la creșterea temperaturii. Exemple de utilizare a acestora includ fabricarea de ambalaje și manșoane pentru cabluri pentru a proteja articolele de umiditate și pentru a le menține în poziție.

În anumite circumstanțe, merită să folosiți materiale sau produse care se dizolvă parțial sau complet după o perioadă prestabilită de timp sau la sfârșitul duratei lor de viață. Acestea pot fi materiale temporare utilizate, de exemplu, în timpul fabricării unei componente și apoi descompuse ulterior de o influență externă; sau componente în sine care se descompun după ce nu mai sunt utilizate. Deși aceste procese nu sunt reversibile, ele promit o varietate de aplicații interesante în arhitectură.



Lamp in the shape of a bear, yellow plastic body with a shaped Formetal perforated sheet. | *Audi-Kreationsei* in a pavilion at the Volkswagen "Car City" in Dresden, skin made from Formetal. | Sections of heat-shrinkable sleeve before and after heat treatment.



Materialele și produsele cu proprietatea de descompunere au fost dezvoltate în principal în scopul prevenirii deșeurilor. Așa-numitele materiale biodegradabile sunt dezvoltate și aduse pe piață pentru o gamă largă de aplicații, de exemplu pentru umplerea ambalajelor, ambalaje, tacâmuri de tip fast-food etc. Pentru astfel de utilizări, materialele pe bază de uleiuri minerale sunt prelucrate în poliesteri; materiale vegetale pe bază de masă în amidon, acizi polilactici, acetati de celuloză; iar amestecurile pe care omul le-a produs din ele în amestecuri de amidon printre altele. Aceste produse sunt complet descompuse de atacul bacteriilor sau fungice.

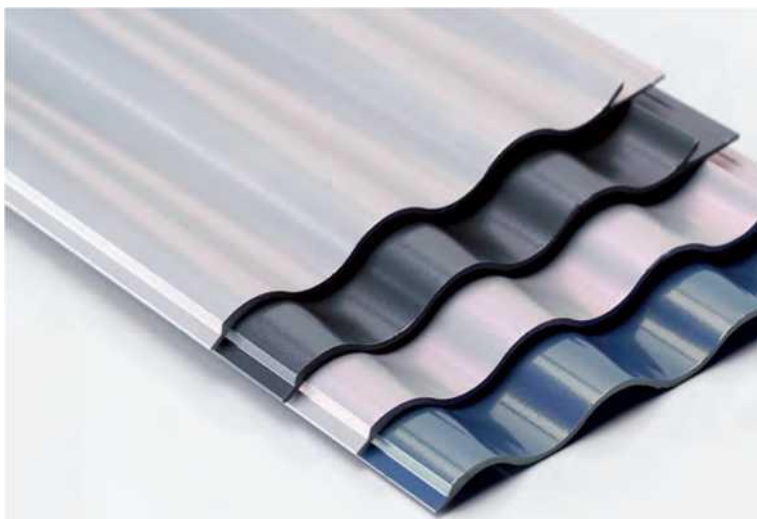
Spre deosebire de cele de mai sus, există și materiale care se descompun numai la contactul cu apa. Produsele realizate din acestea includ pelicule degradabile cu apă rece, caldă și fierbinte, care pot fi prelucrate în continuare în pungi și lăne degradabile cu apă rece. Foliile pe bază de alcool polivinilic (PVAL) au fost introduse ca ambalaje pentru detergent în 1961. Astăzi sunt folosite și ca inserții temporare de rigidizare pentru textile care urmează să fie cusute, de exemplu, cu modele filigranate, care la rândul lor sunt îndepărtate ulterior prin spălare. Sau sunt utilizate în zonele de produse în care conținutul lor este destinat să fie eliberat prin contactul cu apa. În arhitectură, acestea ar putea fi utilizate ca ambalaje de protecție temporară pentru elementele de construcție mici, insensibile la umiditate. Ambalajul de protecție este conceput pentru a se descompune în contact cu apa fierbinte după transportul la șantier, dar nu și cu apa de ploaie.

Pe lângă cele de mai sus, există o altă formă de dezintegrare și descompunere care nu a fost suficient investigată și dezvoltată în acest moment și care ar putea avea un rol în viitor : utilizarea materialelor prevăzute cu un comutator special pentru a declanșa procesul de descompunere după o perioadă de timp și/sau ca răspuns la un anumit stimul. Ar fi posibil să se folosească tehnologia genetică aici pentru a modifica materialele convenționale într-un mod adecvat.

MATERIALE NEȘI SEMI-SMART ȘI SCHIMBĂTOR OPTIC DE CULOARE

Suprafețele care își schimbă culoarea în funcție de unghiul de vedere nu sunt materiale inteligente, ci prezintă interes în domeniul arhitecturii. Aceste tipuri de materiale includ coloranți cu pigmenți cu efect special.

Materialele optice dicroitice și holografice și produsele realizate din acestea sunt alte exemple . Materialele și produsele dicroitice au capacitatea de a părea să își schimbe culoarea atunci când sunt privite din unghiuri diferite. Acest efect este cauzat de descompunerea luminii care cade asupra lor în spectre de radiații reflectate și transmise. Filtrele dicroitice aplicate geamurilor prezintă un interes deosebit pentru arhitecți. Aceste filtre constau din sisteme de probabil 10 până la 20 de straturi alternativ cu refracție scăzută și înaltă de diferite grosimi. Grosimea tipică a acestor straturi este între 45 nm și 110 nm. Straturile sunt aplicate folosind procesul Sol-Gel. Prin urmare, ele sunt potrivite pentru aplicarea pe suprafețe curbate în două dimensiuni, dar pe suprafețe și corpuri cu curbura tridimensională nu este de obicei posibilă realizarea unei acoperiri suficient de uniforme.



Vopsea de efect pe corpuri cu suprafețe netede, sferice (Colorstream: Lapis Sunlight, Tropic Sunrise). | Tabla ondulată cu vopsea de efect (Colorstream). | Vopsea de efect pe un obiect cu o suprafață de formă neregulată (Xirallic Cosmic Turquoise).

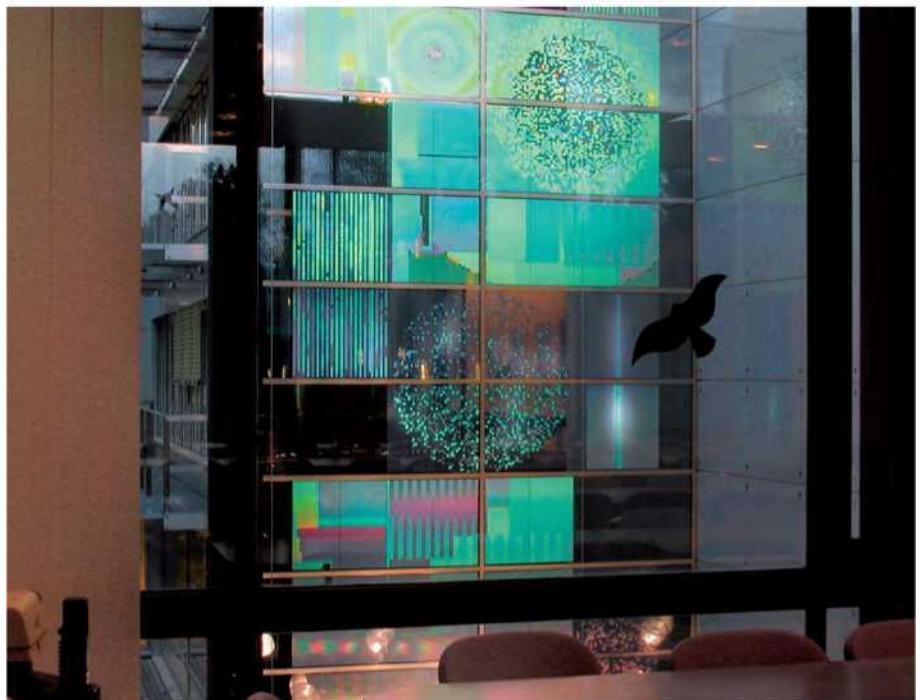


Filtre dicroitice pe sticlă, aplicate în unghi drept pe un substrat de hârtie albă pentru a face vizibile culorile de reflexie și transmisie. | Filtre dicroitice pe secțiuni de tub de sticlă. | Detalii despre HoloPro.

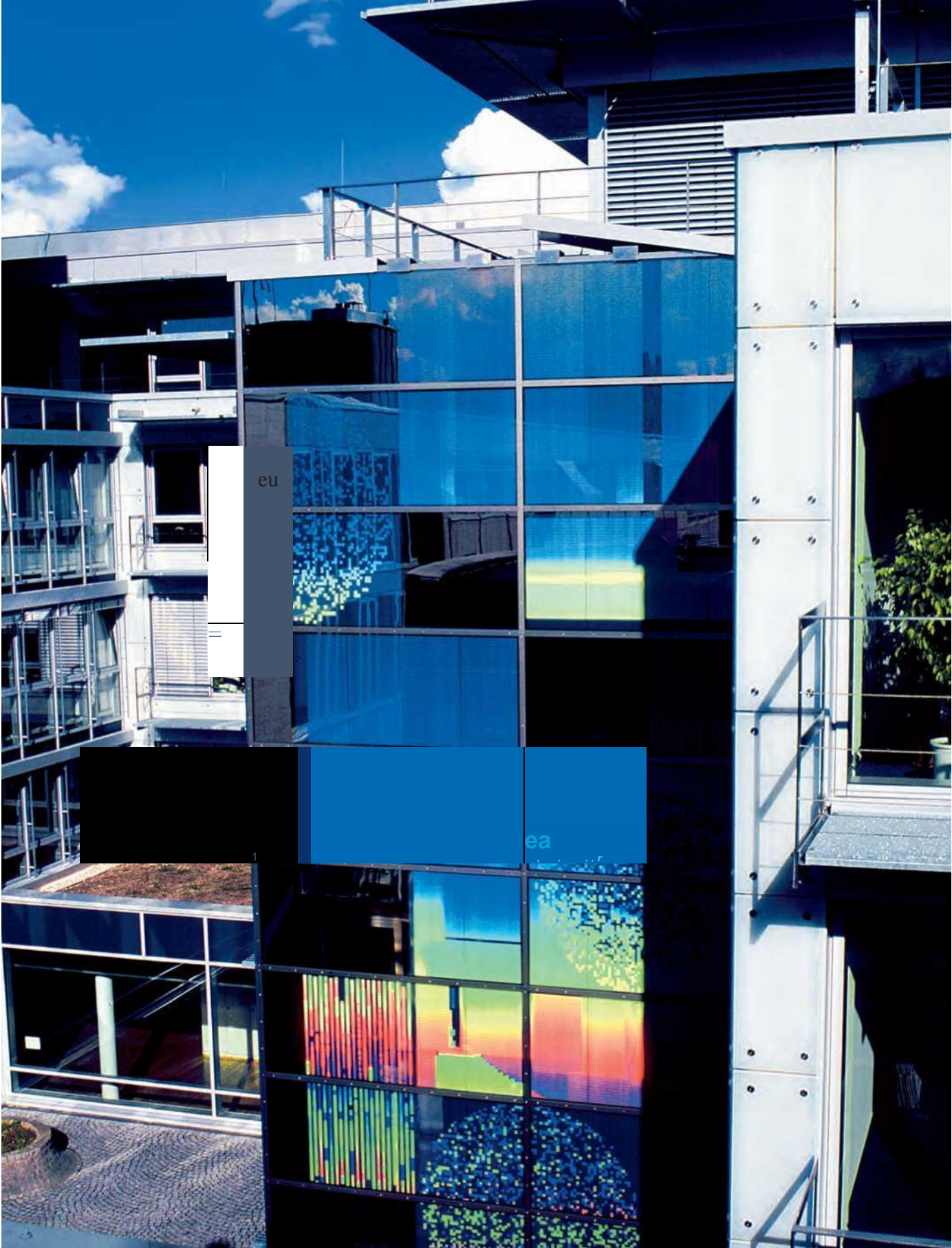




Holul Operei din Copenhaga cu trei candelabre. Suprafețele din sticlă sunt acoperite cu filtre dicroitice. | Vedere de jos într-unul dintre cele trei corpuri de sticlă.



Fațadă cu geam holografic: *Augenfeuer*,
MichaelBleyenbergh. | *opus: Augenfeuer.*



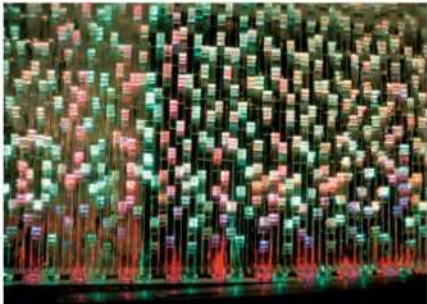
Artistul cu domiciliul în Berlin Olafur Eliasson, în colaborare cu A. R Moller și Chastine McKinney de la Fundația Moller, a proiectat un candelabru sferic cu diametrul de 2,9 m, realizat din 1480 de triunghiuri de sticlă securizată laminată dotate cu filtre dicroitice pentru Opera din Copenhaga. Trei dintre aceste obiecte au fost instalate în 2004 în holul operei.

Folosite inițial pentru a direcționa lumina prin optică, elementele optice holografice (HOE) au fost dezvoltate în continuare la Institutul de Tehnologie Luminii și Construcțiilor de la Universitatea de Științe Aplicate din Köln din Germania, ca un mijloc potențial nou de direcționare a luminii prin fațadele de sticlă. Rezultatele acestei cercetări au oferit baza pentru o nouă companie specializată în fabricarea de suprafețe transparente de proiecție capabile să arate proiecții video cu luminozitatea zilei. O parte importantă a HoloPro și HoloSign, aceasta din urmă fiind o variantă derivată din HoloPro care este folosită pentru afișarea grafică permanentă, este o peliculă holografică încorporată între două substraturi transparente (de exemplu, sticlă sau PMMA) pe care o multitudine de aceste HOE sunt aplicate aproape una de alta printr-un proces special.

Pe lângă unele aplicații pur artistice, HoloSign și-a găsit deja utilizări în domeniul arhitecturii. Lucrând cu Institutul de Tehnologie Luminii și Construcțiilor, artistul din Köln Michael Bleyenberg a folosit acest produs în 2000 în fațada unei noi extinderi a Fundației Germane de Cercetare (DFG) din Bonn. Lucrarea *Augenfeuer de 5m x 13m* conține elemente grafice în diferite culori, prezența lor optică și culoarea depinzând de unghiul de vedere și de poziția solară. Difracția și interferența luminii care cade pe stratul olografic creează cele cinci culori roșu, portocaliu, galben, verde și albastru.

Un interes suplimentar în acest context sunt elementele noi de construcție transparente care constau dintr-o multitudine de cabluri de fibră optică plastică iluminatoare pasive interconectate în mod neregulat. În acest fel locurile în care lumina cade și este emisă nu sunt poziționate direct unul peste altul, ceea ce înseamnă că lumina și umbra apar în alte locuri decât cele așteptate. Aceste elemente ar putea fi integrate sub formă de blocuri sau panouri în fațade.

opus-. Showroom (X-Box) cu panouri de cablu fibră optică (SensiTile) integrate în mese. | Fotografie în prim plan. | Diverse panouri transparente și colorate pentru cabluri de fibră optică (SensiTile).



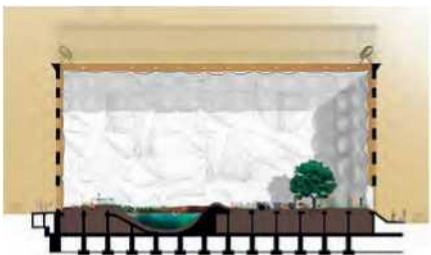


Amortizor de șoc seismic la scară largă: contravântuire în formă de V care face parte din structura principală portantă cu mecanismul de pârghie.





Textil luminos cu model în diverse culori. | Textila luminoasă ca o jaluza.



Solare Schiller-Zitat-Tafel (Tabla de ofertă solară Schiller) pe zidul oraşului din Marbach am Neckar, Germania, constând din nouă module 1,20mx 1,20m | Tehnologie de la Sharp: Uzina Katsuragi noaptea | Idee pentru o membrană care foloseşte nanofiltrarea pentru a menţine o locuinţă fără poluanţi: *You've Gotta Have Faith*, Daniel Pelosi, 2005.

MATERIALE NEȘI SEMI-SMART EMMITĂTOR DE LUMINĂ

Nu toate materialele și produsele care emit lumină pot fi clasificate drept materiale inteligente. Un criteriu important pentru aceasta este că cea mai mare parte a energiei disponibile, de exemplu sub formă de lumină sau curent electric, este utilizată în emisia de lumină rece. În consecință, materialele și produsele care emit o cantitate mare de căldură în plus față de lumină nu sunt clasificate drept materiale inteligente.

O dezvoltare relativ nouă în acest context este laminarea textilelor în care sunt încorporate proiectoare pentru a ilumina fibrele conductoare de lumină. Sursele de lumină din proiectoare sunt lămpi cu vapori de sodiu, care dezvoltă multă căldură.

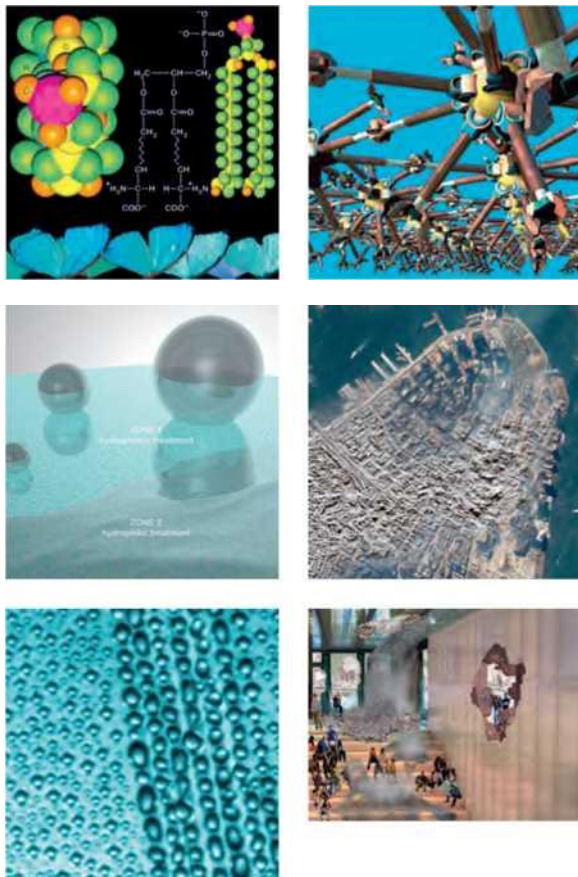
MATERIALE NEȘI SEMI-INTELEGENTE EMMITĂTOR DE MATERIALE

Pe lângă absorbția de materie (vezi materiale inteligente care schimbă materie, pp. 174 și urm.), de exemplu prin adsorbția sau absorbția unor substanțe (componente), care pot fi utilizate pentru îmbunătățirea aerului din încăpere, printre alte funcții, eliberarea de materie de către anumite substanțe poate fi, de asemenea, de dorit. Pe lângă schimbul normal și permanent de substanțe între suprafețele încăperii sau a mobilierului și aerul încăperii, prezintă interes și anumite alte materiale care emană mirosuri la atingere, încălzire sau datorită altor influențe. Aceste materiale includ vopsele, adesea sub formă de cerneluri, care conțin mirosuri microîncapsulate. Pot fi aplicate prin serigrafie pe hârtie, carton și alte suprafețe adecvate. Pe măsură ce se epuizează într-o perioadă de timp, nu pot fi considerate materiale inteligente.

MATERIALE ȘI PRODUSE GENERATORI DE ELECTRICITATE

Celulele solare pe bază de siliciu sunt principalul tip de materiale și produse generatoare de energie electrică care și-au găsit aplicații practice, unele în domeniul arhitecturii. Celulele solare cu peliculă subțire și organice sunt evoluții relativ noi. În plus față de acestea, celulele solare colorante (DSC), generatoarele termoelectrice (TEG) și sistemele bazate pe materiale piezoelectrice sunt disponibile pentru diverse utilizări și sunt tratate în partea principală a acestei cărți.

Sistemele hibride poli-inteligente care constau din celule solare cu diode emițătoare de lumină (LED) integrate sunt, de asemenea, de interes aici. Acestea generează energie electrică ziua, folosită de sistem pentru a furniza lumină în timpul nopții.



Tiles partially coated with hydrophobic nanometre-scale particles to create graphics and characters which appear in reaction to moisture: *Hydrophobic Nanotiles*, Peter Yeadon, 2004. | Polymorphic smart material consisting of nanometre-scale rod elements: *nBot Nanorobotic Environments*, Peter Yeadon, 2005. | Simulation of a collapsed *Utility Fog* dome above the lower part of Manhattan Island. | Slabs of debris and pieces of the *Utility Fog* as potential backdrop for an underground theatre group: *Dystopic Scenarios*, Jaithan Kochar, 2005.

MATERIALE ȘI PRODUSE HIBRIDE

Prin combinarea materialelor individuale pentru a forma materiale și produse hibride, pot fi create sisteme de înaltă putere care se îmbunătățesc reciproc, cum ar fi sistemul de celule solare-LED descris mai sus. Unele sisteme de izolație care își ating pe deplin proprietățile extraordinare numai atunci când sunt combinate cu alte materiale sunt de interes pentru aplicații arhitecturale. Aceste tipuri de produse includ panouri de izolare în vid (VIP), care sunt deja pe piață, și izolația termică comutabilă (STI) care nu a fost încă introdusă, dezvoltată la Centrul de Cercetare Energetică Aplicată din Bavaria (ZAE Bayern) din Germania. Ultimul produs se bazează pe tehnologia VIP cu adăugarea și integrarea unei hidruri metalice, care modifică conductivitatea termică a panourilor ca răspuns la preluarea și eliberarea unor cantități mici de hidrogen.

NANOMATERIALE ȘI NANOPRODUSE

Dezvoltarea și fabricarea de materiale și produse din substanțe la scară nanometrică a deschis posibilități pentru funcții noi și inovatoare. Aceste inovații includ straturi de nanoparticule care pot face geamurile deosebit de hidrofuge sau selective pentru spectru, sau vopselele și materialele plastice extrem de rezistente la zgârieturi. Vitrea poate încorpora straturi de filtru dicroitic subțiri adecvate. Nanoparticulele pot fi folosite și în plăcile de gips pentru a îmbunătăți calitatea aerului din încăperi. Exemple de nanoparticule utilizate aici sunt dioxidul de titan (TiO_2) și zeolitul (vezi ad-/absorbanți minerali (MAd, MAb), pp. 175 și urm.). Într-un context similar, membranele cu pori la scară nanometrică sunt în prezent dezvoltate pentru a fi utilizate ca parte a fațadelor cu capacitatea de a curăța aerul poluat al orașului.

Deși posibilitățile acestor substanțe la scară nanometrică par nelimitate, utilizarea lor nu a fost total lipsită de opoziții. Există îngrijorări cu privire la efectele lor potențial periculoase asupra sănătății, care au fost ridicate de cercetările asupra particulelor extrem de mici.

O altă dezvoltare sunt așa-numitele materiale polimorfe inteligente bazate pe unități mecanice programabile. Dimensiunea lor minimă de doar câțiva nanometri, capacitatea lor de a-și schimba geometria și de a-și reconfigura legăturile între ele înseamnă că pot prelua o gamă largă de stări fizice și optice. Unul dintre aceste polimorfe este vizionarul material inteligent *Utility Fog*, conceput de J. Storrs Hall la începutul anilor 1990. *Utility Fog* este alcătuit dintr-o multitudine de roboți rotunzi nanometrici, așa-numiții nanoboți, cu brațe de legătură și descriși de Storrs Hall drept foglets. Oferându-le brațe telescopice care se pot articula și se pot conecta în moduri diferite, fogletele ar putea, potrivit omului de știință, să creeze simultan materiale gazoase, lichide și solide cu diferite proprietăți reversibile.

Printre organizațiile care lucrează în prezent la realizarea acestei tehnologii se numără Institutul pentru Fabricarea Moleculară din Palo Alto, SUA, așa cum este demonstrat de munca lui Jaithan Kochar. Kochar, care, la fel ca Daniel Pelosi, este student la Future Studio al Școlii de Design Rhode Island, Providence, SUA, a lucrat sub Prof. Peter Yeadon și a analizat posibilele pericole pe care le-ar putea prezenta *Utility Fog*. El și-a imaginat un scenariu în care un dom uriaș de ceață de utilitate care protejează Manhattan-ul de jos de efectele atmosferice negative eșuează și se prăbușește.

materiale inteligente

MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

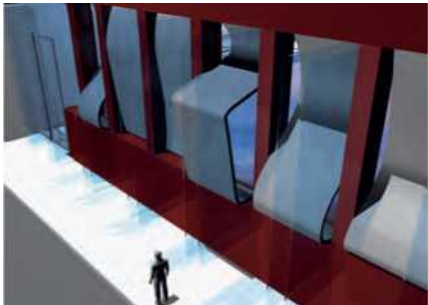
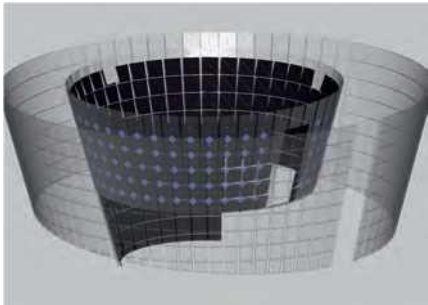
materiale inteligente care schimbă proprietăți

materiale inteligente care schimbă forma

Materialele inteligente care își schimbă forma includ materiale și produse care își pot schimba în mod reversibil forma și/sau dimensiunile ca răspuns la unul sau mai mulți stimuli prin influențe externe, efectul luminii, temperaturii, presiunii, a unui câmp electric sau magnetic sau a unui stimul chimic. Printre acestea se numără materiale și produse care își pot schimba forma fără a-și schimba dimensiunile și alte materiale și produse care își păstrează forma, dar își schimbă dimensiunile. Unii sunt, de asemenea, capabili să modifice ambii parametri în același timp.

Proprietățile inerente ale acestor materiale inteligente depind de diferitele principii din spatele deformării lor. În funcție de distribuția și aranjarea componentelor sensibile și de o formă geometrică de bază, pot avea loc modificări în toate dimensiunile în cantități egale sau inegale. Materialele inteligente care au o singură componentă activă sensibilă, în general, se extind sau se contractă uniform; același lucru se aplică materialelor inteligente care sunt compuse dintr-o componentă pasivă, de exemplu, materialul purtător (matrice) și o componentă activă distribuită uniform. Dacă, pe de altă parte, componentele pasive și active sunt distribuite neuniform, de exemplu dacă două componente sensibile diferit sunt aranjate în straturi una peste alta, atunci materialul sau produsul se va deforma doar pe o parte.

Materialele care schimbă forma disponibile în prezent pot fi diferențiate în funcție de stimulii lor declanșatori, după cum urmează



Materialele inteligente termostrictive, piezoelectrice, electroactive și chimioststrictive sunt cele care prezintă în prezent cel mai mare

PHOTOSTRICTIVE SMART MATERIALS
Excited by the effect of light (electromagnetic energy).
THERMOSTRICTIVE SMART MATERIALS
Excited by the effect of temperature (thermal energy).
PIEZOELECTRIC SMART MATERIALS
Excited by the effect of pressure or tension (mechanical energy).
ELECTROACTIVE SMART MATERIALS
Excited by the effect of an electric field (electrical energy).
MAGNETOSTRICTIVE SMART MATERIALS
Excited by the effect of a magnetic field (magnetic energy).
CHEMOSTRICTIVE SMART MATERIALS
Excited by the effect of a chemical environment (chemical energy).

interes în domeniul arhitecturii, datorită disponibilității, stabilității prezise pe termen lung și altor factori. Presupunând o dezvoltare ulterioară de succes și plasare pe piață, viitorul apropiat ar putea vedea alte materiale inteligente câștigând în importanță, inclusiv cele fotostrictive și magnetostrictive. Materialele inteligente piezoelectrice sunt discutate în altă parte (vezi ceramică/polimeri piezoelectrics (PEC, PEP), pp. 154 și urm.)

Centrul de documentare din fostul lagăr de concentrare, Hinzert: structură inelară interioară cu placare cinetică care transmite cantități variabile de lumină, structură inelară exterioră realizată din izolație termică transparentă | *BalInaNY*: pereți de saună diferit deformați cu EAP proiectat în spațiul stradal

MATERIALE SMART TERMOSTRICTIVE > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

Materialele inteligente termostRICTIVE au proprietăți inerente care le permit să reacționeze la schimbările de temperatură ambientală prin schimbarea reversibilă a formei și/sau dimensiunilor acestora. Schimbările de temperatură pot avea un efect pasiv prin care materialul își ajustează continuu starea termică internă la mediul său natural prin suprafața sa. Ele pot avea, de asemenea, un efect activ, de exemplu prin încălzire sau răcire. Încălzirea activă poate fi fie încălzire directă prin aplicarea unui câmp electric, fie încălzire indirectă prin conducție de căldură sau radiație.

În domeniul arhitecturii, în prezent sunt de interes următoarele materiale termostRICTIVE inteligente, printre altele:

**MATERIALE DE EXPANSARE TERMICA
(TEM)/MATERIALE DE EXPANSARE (EM)**

TERMOBIMETALE (TB)

Aliaje cu memorie de formă (SMA)

Alte materiale inteligente termostRICTIVE sunt:

MATERIALE TERMOBICOMPOZITE

POLIMERI CU MEMORIA FORMEI (SMP)

SPUME MEMORIA DE FORME

CERAMICA CU MEMORIA FORMEI

**SISTEME BIOLOGICE CU EFECT DE MEMORIA
FORMEI**

materiale de dilatare termică (Tern) / materiale de dilatare (em) > materiale

Materialele de dilatare termică (TEM) sunt materiale cu un coeficient de dilatare termică care este semnificativ pozitiv sau negativ sau unul care este aproape zero. Acestea sunt denumite în consecință materiale cu expansiune termică pozitivă (PTEM), materiale cu expansiune termică negativă (NTEM) și materiale cu expansiune termică zero (ZTEM).

Materialele de expansiune (EM) clasificate ca PTEM sunt adecvate pentru utilizare ca medii de control al presiunii, de exemplu pentru acționarea elementelor de lucru controlate de piston (actuatoare liniare). În funcție de material, schimbarea de fază poate avea efecte diferite. Unele materiale suferă o schimbare continuă a volumului ca răspuns la o schimbare continuă a temperaturii, în timp ce altele suferă o schimbare discontinuă, bruscă (adică în anumite puncte) de volum ca răspuns la o schimbare continuă de temperatură. Anumite EM pot fi, de asemenea, folosite ca stocare a căldurii latente. Ele sunt numite materiale cu schimbare de fază (PCM) (vezi materiale cu schimbare de fază (PCM), pp. 165 și urm.).

Termometrele au fost una dintre primele aplicații ale EM-urilor gazoase și lichide. Galileo Galilei este creditat cu inventarea primului indicator de temperatură (1592-98), care folosea un bec de sticlă umplut cu aer, al cărui capăt deschis extins a fost scufundat în apă colorată. Aerul închis se extinde în funcție de temperatura predominantă a aerului și determină înălțimea coloanei de apă. Până la mijlocul secolului al XVII-lea, mediile lichide, cum ar fi alcoolul etilic și mercurul, erau de asemenea utilizate. Sistemul de sprinklere inventat de americanul Henry S. Parmalee în 1874 a folosit pentru prima dată legături fuzibile, care s-au topit sub sarcină termică și au declanșat eliberarea apei de stingere. Fiole de sticlă care conțin EM sensibile termic au fost dezvoltate ulterior pentru acest rol. Pentru o perioadă de câteva decenii, EM-urile au fost folosite ca medii de presiune în elementele de lucru.

Materialele și componentele utilizate în general includ, printre altele:

ALCANI (CEARA DE EXPANSIUNE)

n-alcane, uleiuri de parafină, ceară de parafină.

ALCOOLI

Glicerină.

ALȚII

Tetracloretilenă, 1,3-dioxolan.



Următoarele EM sunt printre cele de interes în arhitectură:

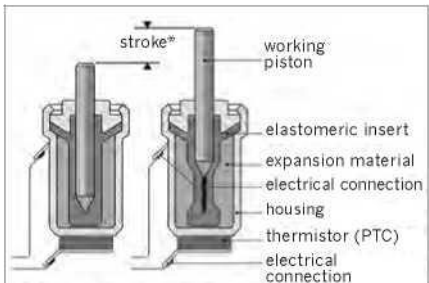
N-ALCANI C10 LA C18 Hidrocarburile incolore, lichide la +20°C, sunt folosite pentru elementele de lucru EM la temperaturi scăzute. Prezenta pe piata, se poate realiza in cantitati mari, multi ani de utilizare practica, poate fi folosit la temperaturi scazute (-16°C pana la +40°C), insensibil la vibratii mecanice, fara intretinere, durata mare de inlocuire.
Scurgerile majore pot fi periculoase pentru apele subterane, se pot transforma sau descompune în apă și dioxid de carbon la contactul cu aerul sau oxigenul, se pot forma gaze inflamabile în contact cu aerul.
ULEI DE PARAFINĂ, CEARA DE PARAFINĂ In functie de stare, hidrocarburi incolore pana la galben-albicioase, lichide pana la solide la +20°C; utilizat pentru elementele de lucru EM cu comportament de expansiune continuu liniar sau discontinuu brusc (adică în anumite puncte).
Poate fi folosită la temperaturi medii până la înalte (0°C până la +180°C), cerurile de parafină solide la +20°C nu se pot lichida în prezența aerului. Altfel ca mai sus.
Ca mai sus.

materiale de dilatare termică (Tern) / materiale de dilatare (em) > produse

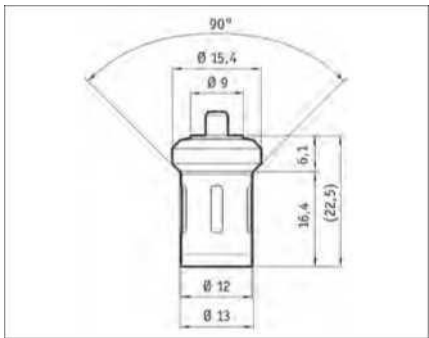
De la prima lor utilizare într-un termometru, materialele de expansiune (EM) au fost dezvoltate într-o gamă largă de produse și aduse pe piață pentru o gamă largă de aplicații. Timpii de reacție relativ lenți au dus la înlocuirea din ce în ce mai mult a elementelor de lucru EM în unele sectoare cu elemente de lucru mai rapide și mai precise, de exemplu cu fluide electrorheologice (vezi p. 38). Apar posibilități noi, neexploatate anterior, pentru unele aplicații, inclusiv pentru unele din domeniul arhitecturii.

EM în fiole de sticlă sunt încă folosite astăzi ca componente în sistemele de sprinklere. O altă - aplicație este ca mediu de lucru în elementele de lucru EM, de exemplu pentru operarea supapelor, controlul gazelor și lichidelor. Principalele domenii de utilizare sunt în construcțiile de automobile și serviciile tehnice de construcții, de exemplu în termostate de încălzire. Elementele de lucru EM sunt uneori folosite ca dispozitive de acționare sau poziționare în sere și fațade de clădiri în sisteme de ventilație descentralizate, autonome din punct de vedere energetic.

Fiole de stropire în timpul fabricării |
Fiole de stropire umplute cu EM colorate sensibile
termic. | Capete de stropire cu fiole.



* cursa pistonului de lucru depinde de incalzirea electrica

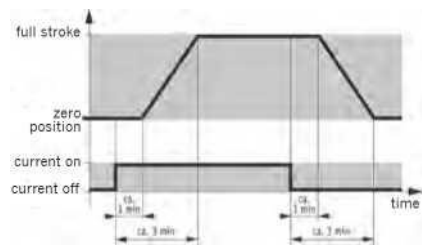


Elemente de lucru EM cu inserție elastomerică și termistor PTC. | Funcționarea elementelor de lucru EM | Dimensiuni tipice.

Elemente de lucru EM:

ACTUATORUL SAU POZIȚIONATORUL (ACTUATORI LINEARI)	
<p>Aceste dispozitive constau în general dintr-un vas rezistent la presiune umplut cu un EM care se extinde la încălzire pentru a deplasa un piston de acționare în exterior. Pistonul se deplasează înapoi fie sub acțiunea unui arc de revenire, fie sub acțiunea unei forțe externe. Aplicațiile arhitecturale pot necesita distanțe mai mari de deplasare și, prin urmare, forțe de acționare mai mari decât sistemele de acționare din industria auto sau din serviciile tehnice ale construcțiilor. Au fost dezvoltate și fabricate în diferite dimensiuni și cu diferite materiale pentru containere pentru o varietate de funcții. Timpii lor de reacție destul de lenți sunt în mod normal adecvați pentru multe aplicații.</p> <p>Pot fi construite diferite ansambluri cu acționare diferite de acționare sau poziționare prin montarea diferitelor piese suplimentare, cum ar fi plăci de conectare și/sau mecanisme de pârghie, sau prin încorporarea în componente pasive de complexitate diferită.</p> <p>³ Creați mișcări bruște continue, aproape liniare sau discontinue, în funcție de EM utilizat, traseu relativ lung al actuatorului (aici domeniul de ridicare pentru poziționarea componentelor) în comparație cu, de exemplu, acționări și poziționare acționate piezoelectric, construcție relativ compactă, nu necesită alimentare cu energie electrică, nu zgomotos, relativ ieftin.</p>	
<input type="checkbox"/>	----- : -----
<p>Timpii de reacție relativ lenți în comparație cu, de exemplu, acționările piezoelectrice și dispozitivele de poziționare, pot fi deteriorați dacă sarcina termică depășește semnificativ domeniul de funcționare.</p>	

ACTIONĂTORI ȘI POZIȚIONATOR (ACTUATORI LINEARI) CU TERMISTORI PTC (TERMISTORI PENTRU COEFICIENȚI DE TEMPERATURĂ POZITIV)	
<p>Elemente de lucru EM prevăzute pentru încălzire directă: au un termistor cu coeficient de temperatură pozitiv (PTC) încălzit electric fabricat din ceramică policristalină dopată cu titanat de bariu (vezi ceramică/polimeri piezoelectrice (PEC, PEP), pp. 154 și urm.). Altfel ca mai sus.</p> <p>^a Nu este necesar un mediu conducător de căldură, ceea ce duce la timpi de răspuns mai rapizi și la o posibilă dimensiune redusă, poate fi controlat termic sau electric, poate funcționa la diferite tensiuni electrice (tensiune joasă), rezistență la suprasarcină termică relativ mai bună în comparație cu acționările și poziționările controlate pur termic.</p>	
B	-----
<p>Este necesară alimentarea cu energie electrică pentru termistoarele PTC.</p>	



Ansambluri de elemente de lucru cu EM:

ACTIONĂRI ȘI POZIȚIONATOR CU MECANISME PÂRGII	
Elemente de lucru EM echipate cu un mecanism de pârghie pentru a amplifica distanța de deplasare și un arc de resetare integrat pentru a reveni pistonul actuatorului. În rest, la fel ca pentru acționarea actuatorului și poziționării.	
+	Trasee de deplasare relativ lungi, timpi de răspuns mai rapidi comparativ cu acționarea convențională a acționării și poziționării, pot fi montate conexiuni speciale. În rest, la fel ca pentru acționarea actuatorului și poziționării.
⚠	Poate fi deteriorat dacă dilatarea termică este restrânsă. În rest, la fel ca pentru acționarea actuatorului și poziționării.

Recomandări generale: Pentru a garanta funcționarea corespunzătoare a elementelor de lucru EM pe o perioadă lungă de timp, sarcina termică nu trebuie să depășească semnificativ domeniul de funcționare specificat (în mod normal 12 K până la 15 K), deoarece expansiunea excesivă a EM ar putea distruge elementele. În funcție de mediul de transmisie a căldurii instalat sau de mediul înconjurător, vasul rezistent la presiune poate fi fabricat din alamă, aluminiu, oțel inoxidabil sau cupru. Mai multe elemente de lucru EM pot fi montate în paralel și/sau în serie pentru a crește capacitatea atunci când este utilizat ca dispozitiv de acționare sau de poziționare.

materiale de dilatare termica (Tern) / materiale de dilatare (em) > proiecte

În afară de utilizarea deja menționată în fiolele de sprinklere, materialele de expansiune (EM) au fost folosite de zeci de ani și ca componente ale termostatului de încălzire. De câțiva ani sunt disponibile unități de ventilație automată care se deschid și se închid la anumite temperaturi pentru a permite aerisirea încăperilor închise. Acestea funcționează de obicei prin ridicarea sau coborârea unei părți a acoperișului sau pot fi proiectate ca elemente speciale de ventilație în fațadele clădirilor.

Deși ideea ar putea părea evidentă, nu a existat nicio utilizare a EM-urilor în combinație cu - sisteme ghidate automat pentru a forma sisteme adaptative, mecanice, de direcție a luminii sau de creare a umbrei.

Mai jos sunt prezentate două proiecte în care elementele de lucru EM termosensibile sau sensibile la lumină și termosensibile sunt utilizate ca acționări sau poziționare pentru a manipula structurile arhitectonice.

Produsele utilizate în prezent în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

ELEMENTE DE LUCRU cu EM Ansambluri cu elemente de lucru cu

EM

Turnul autoconstructiv

Material monosmart | Aplicație Monosmart
Materiale inteligente care își schimbă forma:
ELEMENTE DE LUCRU EM (ACTUATORI LINEARI)
Structura cinetică dependentă de temperatură

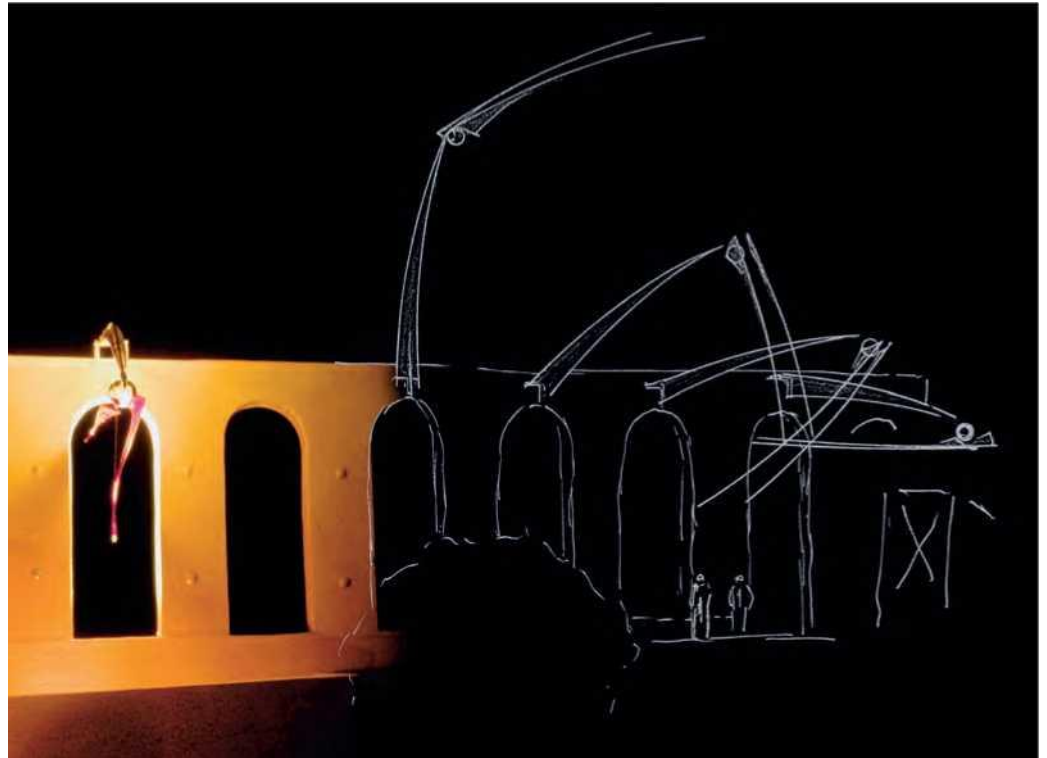
Peter Linnett , Toby Blunt , Marea Britanie
Instalarea camerei kinetice pentru Festivalul Baiei |
Bath, Marea Britanie (1996)

Deși rămâne de construit, instalația cinetică tridimensională numită *Self-Constructing Tower*, proiectată în țara scoțiană în 1996 de artistul scoțian Peter Linnett împreună cu arhitectul Toby Blunt pentru Bath Festival, arată modul în care elementele de lucru EM, descrise de designeri drept actuatore termohidraulice, ar putea fi utilizate în structuri de formare a încăperii cu forme variabile.

Instalația a fost planificată pentru un amplasament de pe malul râului Avon: așezat pe peretele de deasupra unei ferestre arcuite a unui depozit abandonat, structura mobilă din trei părți, asemănătoare unei insecte în proporțiile corpului său, a fost proiectată să reacționeze automat la mediul înconjurător imediat și să se desfășoare sau să se închidă ca o floare, în funcție de temperatura aerului și nivelul apei, a soarelui, a aerului.

Elementele de lucru EM au fost proiectate să funcționeze în trei axe dispuse în jurul unui nod central. Fiecare dintre cele două elemente proiectate, din fibră de carbon, cu lungimea de 6 m, și-ar schimba poziția prin intermediul proceselor de acționare reactive la temperatură : în zilele blânde, structura s-ar desfășura până la o înălțime de 15 m, în timp ce în nopțile reci sau vreme rea se retrage în arcul ferestrei.

Din motive de siguranță a fost necesar să se precizeze o zonă liberă de cel puțin 20 m în jurul structurii. În locul acestui turn dinamic reactiv, vizitatorilor Festivalului Băilor li s-a prezentat o structură simplă, fără elemente de lucru EM.



Turn auto-constructiv: ilustrație. | Schiță care arată pozițiile posibile. | Model pe vreme rea și schimbătoare. | opus: graficul timp-curs.

Centru de documentare la fostul lagăr de concentrare, Hinzert

Materiale monosmart | Aplicație Polysmart Materiale inteligente care schimbă forma:

ELEMENTE DE LUCRU EM (ACTUATORI LINEARI) CU TERMISTORI PTC

Materiale inteligente generatoare de energie electrică:

CELELE SOLARE CU FILM SUBTIRE

Structura cinetică dependentă de lumină și temperatură

Axel Ritter, Germania

Fațadă cinetică pentru un centru de documentare și întâlnire pe fostul lagăr special SS/lagăr de concentrare de la Hinzert | Germania (2004)

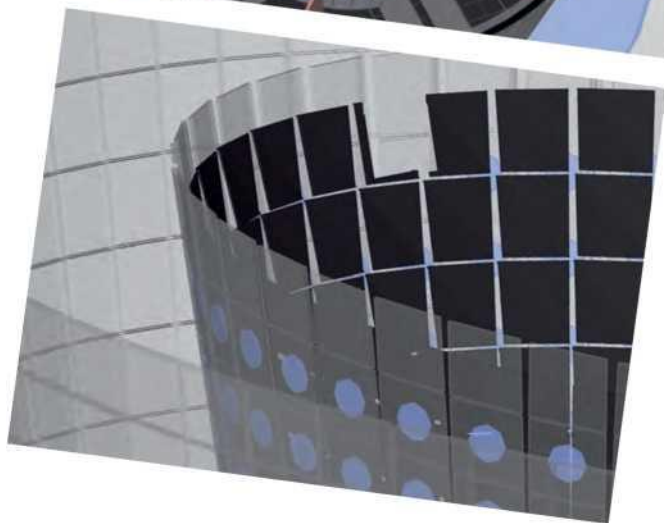
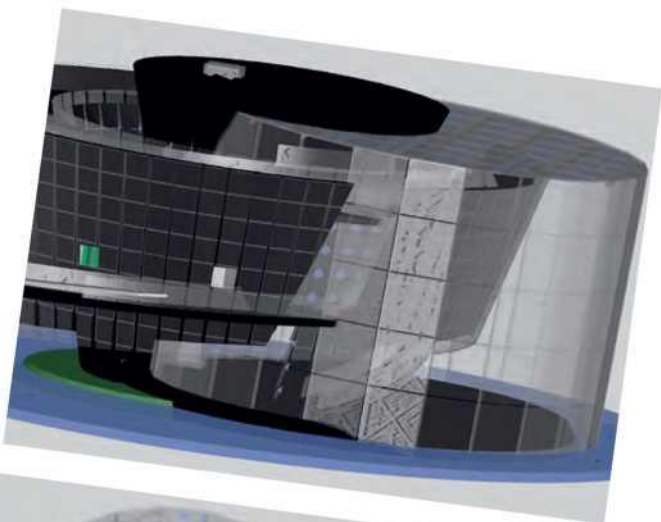
În 2004 a avut loc un concurs de arhitectură pentru construirea planificată a unui nou centru de documentare și întâlnire pe locul fostului lagăr de concentrare de la Hinzert, Germania.

Forma circulară a memorialului existent din 1986 și părți din traseul pe care vizitatorii le parcurg, le diferențiază în mod clar de geometria în unghi drept a clădirilor fostelor lagăre de concentrare. Arhitectul a adoptat această formă rotunjită ca principiu principal de proiectare și organizare al reinterpretării sale dinamice. Designul său creează o structură bazată pe patru inele, îmbrățișându-se unul pe altul, unele conic și tăiate în unghi. Cele două inele exterioare conțin biblioteca și sala de conferințe, în timp ce un altul ia forma unui cilindru de sticlă cu trei etaje introdus în inele pentru a crea două zone de expoziție cu atmosfere destul de diferite. Spațiul parțial deschis între ele acționează ca un foaier.

Pereții care formează foaierul constau dintr-o construcție circulară de fațadă din sticlă fără cadru, cu o placare exterioară care este cinetică, transmite cantități variabile de lumină și are panouri împărțite în diagonală care pivotează pentru a se deschide în grade diferite. Celulele solare cu peliculă subțire sunt utilizate cu termistori PTC în elementele de lucru EM pentru a permite placajului să controleze automat cantitatea de lumină din interiorul clădirii. Pentru a limita efectele termice și pentru a se asigura că doar lumina este stimulul de control, carcasele elementelor de lucru EM sunt închise individual în izolație termică. În același timp, colțurile individuale ale plăcilor de fațadă dinamice, care se deplasează spre exterior pe o suprafață mare ca răspuns la lumină, sugerează „sârmă ghimpată” și „amenințare”. Celulele solare și colectoarele de pe acoperiș completează conceptul energetic.

Centrul de documentare din fostul lagăr de concentrare, Hinzert: vedere laterală în perspectivă. | Vedere/plan în perspectivă.

| Detaliu fațadă cinetică, parțial deschis.





Benzi TB cu nichel-cobalt-fier (Superinvar) ca componentă pasivă și mangan-nichel-cupru ca componentă activă.

termobimetale (TB) > materiale

Termobimetale (TB) sunt materiale compozite laminate și constau din cel puțin două componente , de obicei benzi sau benzi, realizate din metale cu coeficienți de dilatare termică diferiți, care sunt lipite permanent între ele, de exemplu prin placare. Componenta cu coeficientul de dilatare termică mai mic se numește pasivă, cea cu coeficientul mai mare activ . În funcție de modul în care temperatura se modifică în timp, de componentele folosite și de geometriile acestora, compozitul ia o formă curbată și poate fi utilizat pentru diverse aplicații și scopuri.

Termenii folosiți în Europa pentru a descrie TB se referă la compoziția componentei active , în timp ce americanii se referă la cea a componentei pasive.

TB-urile sunt materiale inteligente relativ vechi și există încă de la începutul revoluției industriale. Astăzi, ele sunt utilizate în principal în sistemele de măsurare și control, de exemplu ca thermostat, și cu controlul electric ca componente în sistemele mecatronice.

Ca componente pasive, acestea includ:

ALIAJE

Fier-nichel (Invar), nichel-cobalt-fier (Superinvar)
--

Ca componente active includ:

ALIAJE

Fier-nichel-mangan, mangan-nichel-cupru, fier-nichel-mangan și cupru
--

TB-urile pot fi făcute rezistente la coroziune prin placare cu crom și cupru, iar conductivitatea lor electrică este îmbunătățită pentru obținerea căldurii active prin încorporarea unui strat de cupru între cele două componente.

Componentele pentru fabricarea TB-urilor ar trebui să aibă o bună stabilitate, ductilitate la cald și la rece, un punct de topire ridicat, un modul ridicat de elasticitate (modul Young), rezistență ridicată și un comportament previzibil. În plus, nu trebuie depășit un anumit interval de comportament divergent în ceea ce privește punctul de topire, modulul de elasticitate și rezistența componentelor. Trebuie menținute relații dimensionale specifice .



Simple strips with different shapes and component combinations. | Spirals with corrosion-resistant chromium coating. | Helix.

Următoarele combinații de componente se numără printre cele de interes în arhitectură:

NICHEL-COBALT-FIER (SUPERINVAR) CU MANGAN-NICEL-CURU

- Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, sensibilitate termică excelentă, gamă largă de aplicații, poate fi făcută rezistentă la rugină și alte efecte de coroziune prin straturi suplimentare rulate, se poate realiza și în cantități mici.
- Relativ scump în comparație cu combinațiile de componente fără, de exemplu, Superinvar ca componentă activă

NICKEL-COBALT-FIER (SUPERINVAR) CU FIER-NICEL-MANGAN ȘI CURU

- Potrivit pentru aplicații care utilizează încălzire electrică directă. Altfel ca mai sus.
- Ca mai sus.

termobimetale (TB) > produse

Mulți ani de prezență pe piață și dezvoltarea continuă, în special în ceea ce privește fabricarea de forme și ansambluri complicate, au făcut ca astăzi să fie fabricate produse complexe din termobimetale (TB), mai ales pentru aplicații specifice. TB-urile pot fi produse ca produse brute, intermediare și finale, în funcție de numărul de etape ale procesului și de scopul propus.

TB-urile disponibile în prezent ca produse materii prime includ:

benzi TB:

FÂNZII SIMPLE, FÂNZII CURBE CU PROFIL U

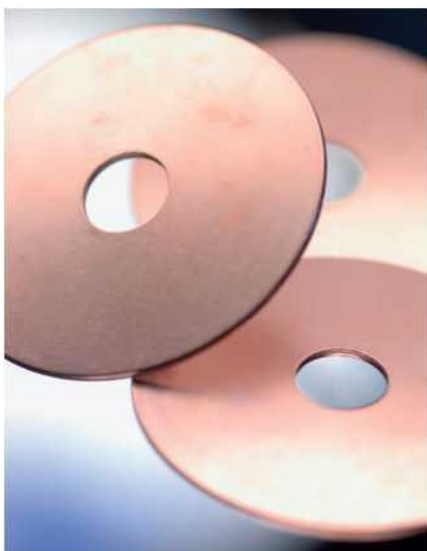
Ele pot fi instalate prin cleme la unul sau ambele capete.

- Poate fi folosit ca acționare sau acționare de poziționare pentru a crea mișcare continuă, aproape liniară , capacitate medie de mișcare, poate fi folosit în diverse moduri ca arc cu forță variabilă, relativ ieftin în comparație cu alte elemente de control. În rest, ca pentru aliajele de mai sus.
- Timpi de reacție relativ lăni în comparație cu alte dispozitive de acționare sau poziționare. În rest, ca pentru aliajele de mai sus.

FÂZI INVERSATE

De asemenea, pot fi instalate prin cleme la unul sau ambele capete.

- Poate realiza mișcări în linie dreaptă relativ mai lungi în comparație cu, de exemplu, acțiunea de curgere a TB discuri. Altfel ca mai sus.
- Ca mai sus.



Discuri cu acțiune rapidă. | Discuri cu acțiune de fluaj cu acoperire din cupru rezistentă la coroziune.

SPIRALE, ELICE

Ele pot fi instalate așa cum sunt prinse la un capăt.

☐

Spirale, elice

Ele pot fi instalate așa cum sunt prinse la un capăt.

g

Ca mai sus.

Piese fabricate din TB:

DISCURI CREEP-ACTION

Ele pot fi folosite individual sau în serie pentru a amplifica efectul, ținute în poziție în centrul lor sau într-o mânăcă.

a

----- ; -----

Poate fi folosit ca actionare sau pozitionare pentru a crea miscari liniare continue.

Altfel ca mai sus.

B

Ca mai sus.

DISCURI SNAP-ACTION

Ele pot fi instalate în același mod ca și discurile cu acțiune fluent.

3

(la Poate fi folosit ca actionare sau actionare de pozitionare pentru crearea continua si brusca puncte prestabilite) mișcări liniare. Altfel ca mai sus.

3

Ca mai sus.

PARTI STAMPATATE

Ele pot fi prinse în diferite moduri, în funcție de formă și funcție.

☐

Forme complexe bidimensionale posibile, forme tridimensionale pot fi produse de pliere. Altfel ca mai sus.

5

Ca mai sus.

ANSAMBLE CU TB-uri: BANDE, PIESE DIN TB-uri SI ALTE MATERIALE

Poate fi instalat în același mod ca piesele ștanțate.

3

Pot fi fabricate conexiuni speciale și forme tridimensionale complexe. Altfel ca mai sus.

o

Relativ scump în comparație cu benzile și piesele fabricate din TB. Altfel ca mai sus.



Recomandări generale de utilizare: pentru a asigura o durată lungă de viață de înlocuire, produsele nu trebuie încărcate la limitele lor. Aplicarea unui strat suplimentar rulat de oțel inoxidabil trebuie aplicată ca mijloc de prevenire a ruginii și a altor fenomene de coroziune, în funcție de mediul așteptat și de combinațiile de componente. Mai multe elemente TB pot fi dispuse în serie și/sau în paralel pentru a crește capacitatea de performanță mai ales atunci când sunt utilizate ca elemente de acționare.

termobimetale (TB) > proiecte

Ca o extensie a domeniului lor obișnuit de aplicații, termobimetale (TB) pot fi, de asemenea, utilizate direct în arhitectură. Acest lucru se aplică în special utilizării lor pentru acționare, control și reglare, precum și ca elemente de arc și de compensare. Până acum, însă, puține aplicații în arhitectură au devenit cunoscute sau documentate. Clapele de ventilație cu deschidere și închidere automată au fost dezvoltate și instalate în serie și pentru utilizare ca clapete de protecție împotriva incendiilor cu închidere automată. În prezent, este în curs de dezvoltare un mecanism de strângere cu autoacționare bazat pe TB pentru utilizare cu uși de protecție împotriva incendiilor mai puțin costisitoare. Mecanismul de prindere previne deformarea ușii și eliberarea gazelor de ardere în alte părți ale clădirii. De asemenea, ar trebui să fie posibilă dezvoltarea orificiilor de admisie și evacuare a aerului cu autoacționare pentru fațade, care să reacționeze la temperaturile exterioare, dar până în prezent nu au fost implementate soluții practice.

O posibilă aplicație arhitecturală a unei mecanomembrane polireactive, care ar putea fi dezvoltată în continuare pentru utilizare pe scară largă ca parte a anvelopei clădirii sensibile la intemperii, este prezentată mai jos.

Produsele utilizate în prezent în arhitectură sau care ar putea deveni relevante în viitor includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

BANDE TB

PIESE FACUTE din TB

ANSAMBLE cu TB-uri

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

ACTUATORUL sau POZIȚIONATORUL FĂCUT din sau care încorporează TB

ELEMENTE DE CONTROL și REGLARE realizate din sau care încorporează TB

ELEMENTE DE ARCO cu forță de arc variabilă/variabilă realizate din sau care încorporează TB

ELEMENTE DE COMPENSARE realizate din sau încorporând TB

mecanomembrană polqreactivă

Materiale monosmart Aplicație Polysmart Materiale inteligente care schimbă forma: BILELE INDICATORII DE CULOARE CU ARCOURI SPIRALE TERMOBIMETALE SI HIGROBICOMPOZITE (TB, HB)
Structura cinetică de schimbare a culorii dependentă de vreme

Axel Ritter, Germania
Anvelopă cinetică a clădirii sensibilă la vreme | Germania (1997)

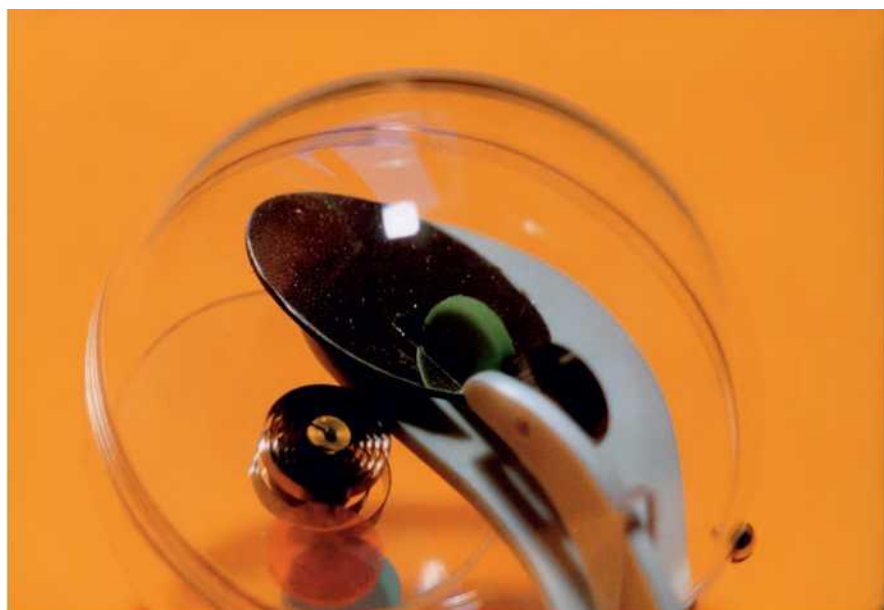
Dezvoltarea mecanomembranei polireactive, o membrană în spirală bionic cu componente sensibile la intemperii, demonstrează cum, în construcțiile viitoare, anvelopele clădirii pot fi făcute să semene cu sisteme mecanice extrem de complexe.

În abordarea sa de proiectare bazată pe o implementare tehnică a modelului pielii umane ca anvelopă de construcție, autorul a analizat anatomia și caracteristicile acestuia, în special capacitatea de schimbare. Următoarele abilități , în special, ale pielii umane de a reacționa la influențele exterioare păreau promițătoare pentru o clădire și păreau capabile de a fi adaptate și implementate tehnic, având în vedere structuri reactive adecvate și utilizarea materialelor inteligente: capacitatea de a se deforma reversibil în trei dimensiuni prin extinderea ca răspuns la sarcina mecanică directă sau prin contracția activă a mușchilor pielii, prin reglarea temperaturii la maro sau a mușchilor roșii, prin reglarea temperaturii la maro sau la roșu. prin exudarea activă a lichidului și exploatarea efectului de răcire rezultat al evaporării. La fel ca reacțiile pielii și ale sistemelor nervoase conectate, reacțiile membranei tehnice ar fi determinate de vreme.

Membrana trebuia să aibă o matrice elastică adecvată pentru a rezista la sarcini mecanice, să poată schimba culoarea ca răspuns la schimbările de temperatură și umiditate din aerul înconjurător și să-și regleze propria temperatură, ca modelul său natural, prin preluarea sau exudarea umidității necesare prin membrană sub formă de apă de ploaie.

Construirea unui demonstrator de tehnologie urma să dovedească fezabilitatea unei astfel de membrane și adecvarea acesteia pentru utilizarea zilnică. Eficacitatea proceselor mecanice implicate este asigurată de bile de sticlă acrilică de diferite diametre, care găzduiesc toate unitățile funcționale diferite și alte componente reactive autonome. Pentru aceasta, au fost dezvoltate unități modulare cu șase bile, care, în combinație cu trei brațe de susținere proiectante aranjate diferit, formează structuri tridimensionale și sunt unite flexibil între ele prin benzi elastice.

Mecanomembrană polireactivă: elemente de construcție. | opus: Ansamblu cu element de lucru EM: acționare acționare și poziționare cu mecanism de părghie.



Fiecare modul este format din două bile cu deschideri pentru a prelua apa, care sunt ținute depărtate de un arc de tensionare. Acestea contin un filtru de banda pentru separarea apei de ploaie; în partea de jos sunt conectate două furtunuri de silicon, dintre care cel din spate curge într-o bilă mai mare de stocare a apei, purtată pe un braț de sprijin în mișcare. Un inel transpirator din material ceramic poros care absoarbe apa este montat pe o placă de bază în jurul fiecăruia, de la care se extinde un alt braț de sprijin conectat lateral și poartă o bilă indicator de culoare. O jumătate din cele 40 de bile indicatoare de culoare este echipată cu arcuri spiralate TB și un material compozit care este sensibil la umiditatea aerului. Celelalte bile sunt echipate numai cu arcuri spiralate TB, care deplasează suprafețele filtrului de culoare și culoare ca răspuns la temperatură și umiditatea aerului și indică astfel energia și stările constitutive ale aerului înconjurător.

Un arc spiralat TB atașat de partea inferioară a fiecărei plăci de bază reacționează la temperatură aducând un fitil conectat, care se termină într-o bilă de stocare a apei, în contact cu inelul transpirator și inițiază astfel - procesul de evaporare.

La exterior, pentru a proteja structura mecanică și a închide clădirea, membrana are o membrană de acoperire textilă flexibilă, cu ochiuri fine, cu o deschidere îngustă în orificiile sale de intrare pentru apă de ploaie lângă fiecare bilă de primire a apei. Structura exterioară este modificată ca răspuns la greutatea bilelor de stocare a apei prin intermediul perechilor de fire de păr din oțel cu arc în formă de V, care sunt atașate la interior de bilele de stocare a apei și la exterior ies prin membrana textilă. Firele de păr sunt capabile să iasă în evidență sau să se contracte în funcție de starea energetică, imitând astfel structurile de suprafață în schimbare ale pielii umane.

Detalii principale ale unui demonstrator de tehnologie:

Lungime 1,25 m (max.)

Înălțime 1,25 m (max.)

Lățime 0,30 m (max.) până la 0,24 m (min.)

Numărul de membrane exterioare de acoperire 1

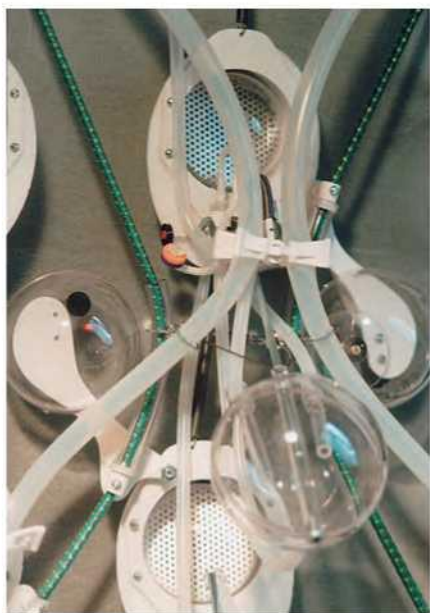
Număr de bile de recepție a apei 42 Număr de bile de stocare a apei 42

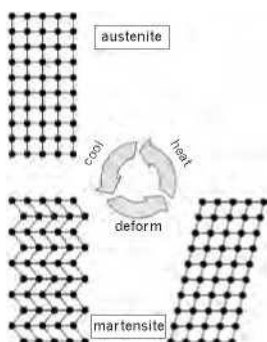
Număr de bile indicatoare de culoare 40 Număr de arcuri spiralate TB 60

Număr de arcuri spiralate higrocompozite 20 Număr de perechi de fire de păr 21

Număr de inele transpiratoare 42

Mecanomembrană polireactivă: bilă indicator de culoare pe brațul de sprijin | Modul legat prin două benzi elastice | Vedere de ansamblu, partea din spate.





Schimbare de fază între faza de temperatură înaltă (austenită) și faza de temperatură scăzută (martensită). Deformarea este inversată prin încălzire.

shape memory alloys (smn) > materiale

Aliajele cu memorie de formă (SMA), numite și metale cu memorie de formă sau metale cu memorie, sunt formate din cel puțin două elemente metalice diferite și au proprietatea, după un tratament termomecanic, de a prelua, reversibil și dependent de temperatură, o formă care le-a fost dată mai devreme. Acest efect se bazează pe o schimbare de fază repetabilă între două structuri cristaline. Peste o temperatură critică metalele au o structură de rețea cristalină dură, de înaltă rezistență, austenitică, sub această temperatură se transformă într-o structură de rețea cristalină moale, ușor deformabilă, martensitică. Structurile de cristal au fost numite după savantul de materiale Sir William Chandler Roberts-Austen (1843-1902) și, respectiv, metalurgistul Adolf Martens (1850-1914).

Există trei efecte de memorie diferite:

EFFECT DE MEMORIE TERMICĂ (EFFECT ONE-OFF, EFFECT ONE-WAY):

Dacă o componentă din aliaj cu memorie de formă este permanent deformată mecanic în faza de temperatură scăzută (martensită) și apoi încălzită peste temperatura de transformare, structura cristalină se schimbă pentru a forma austenită, iar componenta își ia forma inițială și își păstrează forma inițială chiar și după răcirea ulterioară.

EFFECT DE MEMORIE TERMICĂ (EFFECT REPETAT, EFFECT DUPĂ CĂI):

Spre deosebire de efectul unic, aici componenta revine la forma originală la răcirea ulterioară. Dacă revenirea la forma inițială la răcire este cauzată de acțiunea unei forțe exterioare, de exemplu un arc sau o greutate, aceasta se numește efect extern (extrinsec) bidirecțional; dacă este cauzată de tratamentul termomecanic al componentei, se numește efect intrinsec bidirecțional.

EFFECT DE MEMORIE MECANICĂ (SUPERELELASTICITATE, PSEUDOELASTICITATE):

Unele aliaje cu memorie de formă sunt de aproximativ 20 de ori mai elastice la temperatură constantă decât metalele convenționale. Acest lucru se datorează modificării mecanice a structurii cristaline.

Fenomenul efectului de memorie a formei a fost descoperit într-un aliaj de aur cadmiu la începutul anilor 1930 de către cercetătorul suedez Arne Olander. Același efect a fost observat într-un aliaj de cupru-zinc în 1956. În 1961, cel mai puternic efect de memorie a formei până în prezent a fost descoperit de American Naval Ordnance Laboratory într-un aliaj de nichel-titan, căruia i s-a dat numele comercial de Nitinol pentru a reflecta numele elementelor sale constitutive și locul său de descoperire.

Materialele și componentele utilizate includ:

ALIAJE DE BAZĂ

Nichel-titan (NiTi, de exemplu Nitinol), cupru-zinc-aluminiu (CuZnAl), fier-platină (FePt), aur-cadmium (AuCd)

Aliarea cu alte elemente precum cuprul sau fierul permite influențarea diferitelor proprietăți, cum ar fi temperatura de transformare, intervalul de histerezis, rezistența efectului, stabilitatea pe termen lung și proprietățile mecanice ale aliajului. Dacă, de exemplu, se adaugă aur, hafniu sau zircon la aliajele de nichel-titan, atunci aceasta produce aliaje cu temperaturi de transformare mai ridicate, așa cum sunt necesare, de exemplu, pentru a îndeplini cerințele de siguranță ale industriei de automobile, (după [5])

Următoarele aliaje sunt printre cele de interes în arhitectură:

<p>NICEL-TITAN (NiTi, DE EX. NITINOL)</p> <ul style="list-style-type: none">Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, gamă largă de aplicații, efect puternic de memorie a formei, rezistență la tracțiune și alungire la rupere mai bună în comparație cu alte SMA, proprietăți specifice pot fi obținute prin elemente suplimentare din aliaj, pot fi furnizate și în cantități mici. <hr/> <ul style="list-style-type: none">Relativ scump în comparație cu aliajele TB.
<p>CURU-ZINC-ALUMINIU (CuZnAl)</p> <ul style="list-style-type: none">Relativ ușor de prelucrat în comparație cu aliajele de nichel-titan. În rest, cu limitările de mai sus. <hr/> <p>Efect de memorie a formei mai slab, rezistență la tracțiune și alungire la rupere mai slabă în comparație cu aliajele de nichel-titan. Altfel ca mai sus.</p>

shape memory alloys (sma) > products

Aliajele cu memorie de formă (SMA) nu și-au pierdut nimic din fascinația de la descoperirea lor. În combinație cu interesul crescut pentru materialele inteligente, posibilitățile prezentate de efectele de memorie a formei scot la iveală idei dintr-o gamă largă de profesii despre modul în care SMA-urile ar putea fi utilizate în produsele de zi cu zi.



Arcuri SMA cu strat de crom superelastic și rezistent la
coroziune. | Arcuri SMA cu efect bidirecțional.

Printre primii utilizatori ai SMA-urilor a fost NASA, care a dezvoltat o antenă satelit care s-a pliat sub influența radiației solare. Astăzi, SMA-urile sunt folosite în călătoriile aeriene și spațiale ca mecanisme de decuplare și conectori de tuburi, de exemplu pentru conductele de combustibil din sateliți. Alte domenii de aplicare includ medicina, în care stenturile sunt utilizate pentru lărgirea vaselor de sânge, tehnologia microsistemelor, tehnologia de măsurare și control, inginerie electrică și auto. De asemenea, ele și-au găsit primele utilizări în sectorul bunurilor de larg consum și în textilele funcționale (vezi p. 16). În aparatele electronice de uz casnic, aceste aliaje înlocuiesc deja unele componente TB.

De asemenea, au fost dezvoltate materiale plastice care prezintă un comportament similar atunci când sunt stimulate de lumină sau schimbări de temperatură. Cercetările viitoare vor implica probabil materiale plastice cu memorie de formă stimulate de lumină (polimeri de memorie), în special în dispozitivele medicale.

Nu au fost dezvoltate încă produse pregătite pentru piață cu SMA pentru a fi utilizate în arhitectură, deși numărul de design-uri care implică materiale inteligente produse de universități este în creștere de ani de zile. Mai jos este o prezentare generală a semifabricatelor disponibile în prezent.

Produsele brute sau finale fabricate din SMA disponibile în prezent includ:

Fire și tije fabricate din SMA

Sârme și tije SMA cu secțiune completă

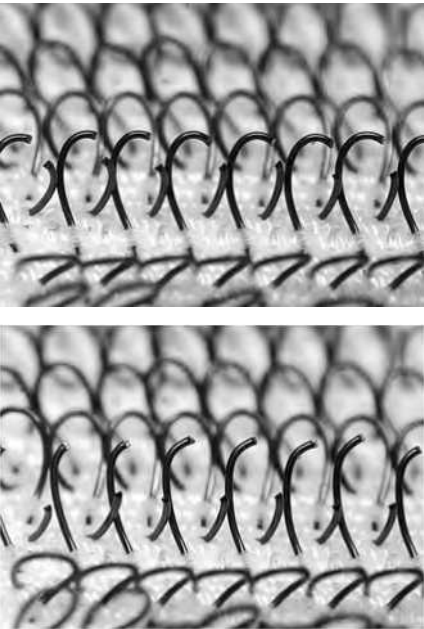
Sârma din aliaj de nichel-titan este disponibilă în diametre de aprox. 0,018 mm până la 5 mm din stoc, sârmă din aliaj de cupru-zinc-aluminiu în diametre de aprox. 1 mm în sus. Ele pot fi prinse la unul sau ambele capete, instalate ca nesfârșite și țesute manual sau mecanic, în funcție de diametru și dimensiunea ochiului.

☐

În funcție de efectul memoriei formei, acestea pot fi utilizate ca acționări de acționare și poziționare pentru a asigura mișcări bruște continue, aproape liniare sau discontinue, pot fi utilizate ca componente active în acționări pentru a crea mișcări de rotație și în textile, ca elemente/componente elastice și ca componente structurale, trasee de acționare relativ lungi în comparație cu acționările și poziționarea acționate piezoelectric; poate avea proprietăți de îndoire, tensiune, compresie, torsiune și schimbare a formei, silentios. În rest, ca pentru aliajele de mai sus.

a

Timpi de reacție relativ lenți în comparație cu, de exemplu, acționarea și poziționarea acționate piezoelectric. În rest, ca pentru aliajele de mai sus.



SMA SĂRME ȘI TIXE (TUBURI) TUBIERE

Tuburile din aliaj de nichel-titan sunt disponibile în diametre de aprox. 0,200 mm până la 4,520 mm din stoc.

- ⬢ Timpi de reacție mai rapidi decât firele și tijele cu secțiune completă, potrivite pentru transportul lichidelor, care pot furniza stimulul termic suplimentar sau total. Altfel ca mai sus.

Ca mai sus.

ARCOURI SMA

Sunt disponibile ca arcuri de compresie sau tensionare la dimensiunile enumerate mai sus pentru fire și tije, pot fi prinse la unul sau ambele capete, ghidate prin centrele lor sau închise într-un manșon.

sus .

Ca mai sus.

Benzi și foi SMA:

BANDE ȘI FĂZI SMA

Benzile din aliaj de nichel-titan sunt disponibile cu grosimi de aprox. 0,013 mm până la 0,410 mm din stoc, pot fi prinse la unul sau ambele capete, utilizate individual sau în straturi pentru multiplicarea efectului, ghidate prin centrele lor sau închise într-un manșon.

sus .

Ca mai sus.

Foaie SMA

Aliajele nichel-titan sunt disponibile în grosimi de aprox. 0.200 mm până la 1.000 mm și dimensiuni de până la < 95.000 mm x 400.000 mm din stoc, pot fi prinse la unul sau ambele capete sau pot fi instalate ca reținut circumferențial.

- ⬢ Poate fi folosit ca componente active în componentele de formare a suprafeței auto-vindecătoare și auto-modificante, de exemplu placarea. În rest, cu limitările de mai sus.

Performanța de recuperare a formei este limitată de geometrie, disponibilă numai în diametre relativ mici. În rest, cu limitările de mai sus.

Produsele utilizate în prezent în arhitectură și care probabil vor deveni mai relevante în viitor includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

SMA Sârme, TIXE, TUBURI

SMA BANDE și FOATE

FORME SPECIALE în SMA

ASAMBLE SMA

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

ELEMENTE DE CONECTARE A TUBILOR FACITE din SMA cu efect unidirecțional

ACTIONAREA și POZIȚIONAREA ACTIONĂTORILOR realizate din sau care încorporează SMA

ELEMENTE DE CONTROL și REGLARE realizate din sau care încorporează SMA

ELEMENTE DE ARCO cu forță elastică variabilă realizate din sau care încorporează SMA

DISPOZITIVE DE ÎNCHIDERE cu cârlig și buclă fabricate din SMA

TEXTILE cu fire SMA

Membrane de construcție cu o structură de tensegritate din fire SMA

STRUTURI PASIVE din SMA cu comportament

pseudoelastic în poduri

Forme speciale în SMA:

CLAMPE SI STENTURI SMA

Clemele și stenturile pot fi proiectate și fabricate pentru a se potrivi cerințelor specifice. Pot fi instalate și prinse în diverse moduri în funcție de geometrie și utilizare; pot fi fabricate și cu mașini de tăiat cu laser.

^a Pot fi create geometrii complexe bidimensionale și tridimensionale. Altfel ca mai sus.

^g -----
Relativ scump în comparație cu formele standard. Altfel ca mai sus.

Produsele intermediare și finale SMA disponibile sau dezvoltate în prezent includ:

Dispozitive de conectare variabilă SMA:

ÎNCHIDERE CU CÂLIG ȘI BUCLE

Un demonstrator de tehnologie pentru un dispozitiv de fixare cu cârlig și buclă cu cârlige din aliaj de nichel-titan a fost proiectat și fabricat de Centrul de Cercetare Corporativă (CRC) al EADS din Ottobrunn, Germania. Poate fi atașat sub formă de benzi sau petice pe componente rigide și textile, fie mecanic, de exemplu prin cusut, fie prin adeziv.

^a Poate fi folosit pentru a crea conexiuni reversibile, complexe, multidimensionale, conexiunile pot fi separate perpendicular fără forță și reformat din nou, pot fi utilizate pe diferite substraturi în mai multe moduri. În rest, ca pentru aliajele de nichel-titan de mai sus.

^a ----- : -----

Relativ costisitoare în comparație cu elementele de fixare convenționale cu cârlig și buclă, pentru încă doar în stadiul de demonstrare a tehnologiei. În rest, ca pentru aliajele de nichel-titan de mai sus.

Aliajele funcționează diferit în funcție de compoziția lor, de exemplu în ceea ce privește numărul de cicluri posibile de schimbare și rezistența lor la coroziune. Aliajele de nichel-titan au o stabilitate pe termen lung ceva mai bună decât, de exemplu, aliajele de cupru-zinc-aluminiu. Toate produsele nu ar trebui să fie încărcate până la limitele lor. Mai multe componente pot fi montate în paralel și/sau în serie pentru a le crește performanța, în special atunci când sunt utilizate ca acționări sau poziționare.

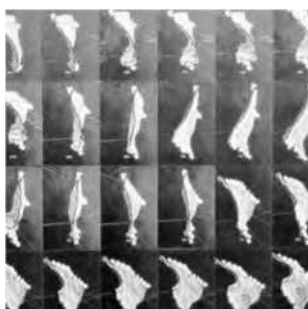
shape memory alloys (sma) > proiecte

Există diferite utilizări posibile ale produselor din aliaje cu memorie de formă (SMA) în arhitectură. Tipul de efect de memorie a formei determină potrivirea lor specială. Deja consacrate în industria mobilă auto, elementele de conectare a tuburilor realizate din SMA cu efect unidirecțional ar putea fi utilizate în viitor în construcția de elemente de construcție scheletice, cum ar fi grinzile cu zăbrele. Din motive de cost, acestea vor fi limitate inițial la construcții relativ ușoare cu elemente de diametru mic.

Ar fi fezabil să se instaleze elementele de fixare cu cârlig și bucle descrise anterior ca elemente de conectare variabile, sensibile la temperatură, împreună cu acoperișuri modificabile, sau textile modificabile pentru interioare, pentru a le permite să aibă proprietăți diferite de transmisie a luminii la punctele de contact, de exemplu transparente, opace etc.

În Italia, a fost construit un pod cu bare pasive din SMA cu proprietăți pseudoelastice. Elementele SMA sunt menite să atenueze orice forțe induse seismic în structură.

În 1995, Anja-Natalie Richter, pe atunci studentă la Școala Bartlett, Londra, a dezvoltat o membrană inteligentă care a integrat firele SMA într-o structură de tensegritate pentru a crea un ansamblu care formează încăpere și se schimbă geometric. În 2003, au fost observați primii demonstratori de tehnologie funcțională a textilelor cu fire SMA întrețesute, care au fost special concepute pentru a fi utilizate ca separatoare de cameră sau perdele.



Membrane de construcție cu a structura de tensegritate a firelor SMA (Nitinol): *membrană inteligentă*, Anja-Natalie Richter.

memorie de formă interior Textile

Material monosmart | Aplicație Monosmart

Materiale inteligente termostrictive:

TEXTILE CU SMA

Structuri cinetice dependente de temperatură

Yvonne Chan Vili, Marea Britanie

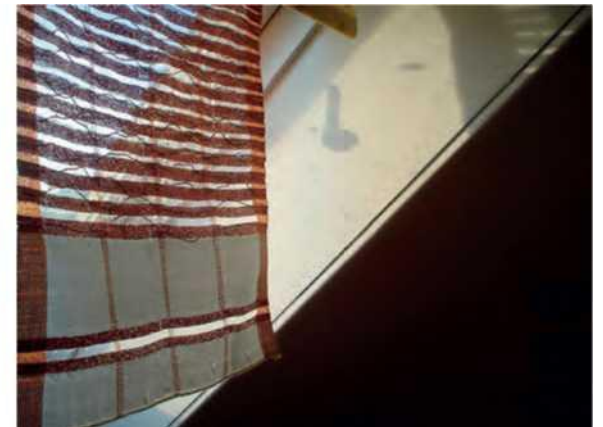
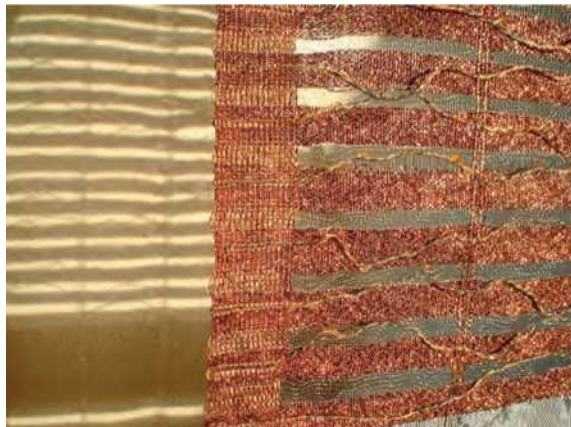
Textile cu SMA pentru utilizare în încăperi | Marea Britanie (2003)

Aceste structuri sunt menite să fie funcționale și să aibă un aspect estetic ridicat: textile cu fire SMA pentru utilizare în construcții de interioare.

Yvonne Chan Vili a proiectat și fabricat mai multe demonstratoare de tehnologie în diverse modele și culori. Profesorul de la Școala de Design de la Universitatea din Leeds a folosit textile țesute din fire convenționale și a încorporat fire paralele de fire SMA în câteva locuri din suprafață pentru *textilele ei Shape Memory Interior*. Acest tip de aranjament oferă firelor sensibile la temperatură spațiu adecvat pentru contracție, creând în același timp structuri liniare sau neregulate mai mult sau mai puțin pronunțate, în funcție de temperatură.

Acest lucru produce materiale textile funcționale potrivite pentru acoperiri opace sau de intimitate pentru deschiderile de ferestre și uși verticale, înclinate sau orizontale, sau ca componente ale sistemelor de separare a camerei și de placare a pereților.

Formele anterioare includeau printre altele o perdea care putea fi instalată în interiorul unei clădiri în fața unei ferestre de acoperiș. Pentru această perdea, a fost produs un material textil care să permită controlul dependent de temperatură al cantității de lumină admisă cu fire SMA și mai multe deschideri alungite care rulează orizontal. Deschiderile și-ar modifica lățimea efectivă pe parcursul zilei ca răspuns la temperatura camerei și gradul de pliere.



Textile interioare cu memorie de formă: diverse modele de textile care încorporează fire SMA. | Aplicație reală ca perdea. | Utilizare posibilă ca separator de cameră.

ELECTROACTIVE SMART MATERIALS > MATERIALS, PRODUCTS, PROJECTS

The inherent properties of electroactive smart materials allow them to reversibly change their shape in response to neighbouring electrical fields.

The following electroactive smart materials are currently of interest to architects:

ELECTROACTIVE POLYMERS (EAP)

Other electroactive smart materials not discussed in detail here include:

ELECTROSTRICTIVE PAPERS

ELECTROSTRICTIVE CERAMICS

ELECTROSTRICTIVE GRAFT ELASTOMERS

Electrostrictive ceramics include unpolarised lead-magnesium-niobate (PMN), which is also used in components in piezoelectric ceramics (PEC) (see piezoelectric ceramics/polymers (PEC, PEP), pp. 154ff.)

polymers electmactive (EAP) > materiale

Polimerii electroactivi (EAP) sunt polimeri care își pot schimba forma sub stimulare electrică. Dacă schimbarea formei este cauzată de forțele electrostatice produse de încărcăturile electrice, materialele se numesc EAP-uri electronice, iar dacă se datorează ionilor difuzi, EAP-uri ionice. EAP-urile electronice includ EAP-urile dielectrice; EAP-urile ionice includ polimeri conductivi (CP).

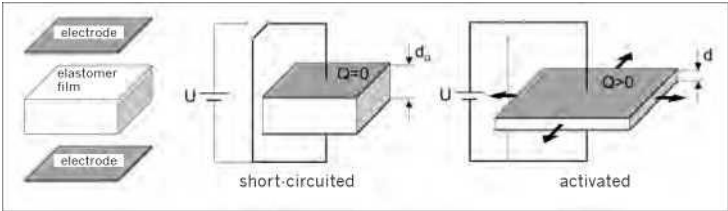
Printre EAP-urile dielectrice dezvoltate în ultimii ani se numără filmele de polimer convenționale (pe bază de acril), care sunt proiectate pentru a fi stimulate de un câmp electric precum un condensator flexibil și, prin urmare, sunt acoperite pe ambele părți cu un strat elastic, conductiv electric, de exemplu, de pulbere de grafit „După aplicarea unei tensiuni electrice, condensatorul devine forța de atragere a filmului electrostatic și atragerea electrostatică a polimerului. direcția prin grosime, ceea ce face ca acesta să se extindă lateral împreună cu stratul de acoperire. De îndată ce condensatorii sunt scurtcircuitați, forțele electrostatice ale electrozilor dispar și filmul elastic se contractă înapoi la forma sa inițială.” [6]

Actuatoarele bazate pe EAP care se curbează, se extind sau se contractă pot fi create prin alegerea adecvată a geometriei, formei de reținere și construcției.

Prin utilizarea stratificării repetate în construcția lor, prin principiul înfășurării și prin combinare, se pot produce o mare varietate de structuri active, adaptive, inclusiv actuatoare de îndoire (vezi ceramică/polimeri piezoelectrics (PEC, PEP), pp.154 și urm.).

Dezvoltarea EAP-urilor datează din 1880 și experimentele lui Rontgen cu o bandă elastică. Banda, care era fixată la un capăt și atașată la o greutate la celălalt, se scurta atunci când o sarcină electrică era aplicată de un câmp electric. În 1925 a urmat dezvoltarea electretului, un polimer piezoelectric care reacționează la un câmp electric de curent continuu (vezi ceramica /polimeri piezoelectrics (PEC, PEP), pp.154 și urm.). Ulterior a urmat dezvoltarea polimerilor care puteau reacționa la influențe chimice, termice, pneumatice, optice sau magnetice. Încă din 1949, primii polimeri au fost stimulați prin contactul cu soluții acide și alcaline pentru a se contracta și dilata; s-au bazat pe cercetările lui Katchalsky asupra filamentelor de collagen. EAP-urile au fost considerate mai întâi ne semnificative din cauza producției lor scăzute și abia în ultimii 15 ani, odată cu utilizarea de materiale noi și cu un succes din ce în ce mai mare, au devenit de interes ca materiale inteligente.

Materialele și componentele utilizate în general includ, printre altele:



Reprezentare schematică a construcției și funcționării unui actuato realizat din folie de elastomer dielectric cu electrozi aplicați pe ambele părți (EAP electronic).



Film dielectric pe bază de acril.

Componente electronice EAP:

EAP DIELECTRICA

Film de elastomer dielectric organic: de exemplu, pe bază de acril sau pe bază de siliciu.

Electrozi anorganici din particule conductoare de electricitate: de exemplu grafit, negru de fum.

Componente ionice EAP:

POLIMERI CONDUCTORI ELECTRIC (POLIMERI CONDUCTIVI, CPS)

Conductori organici: de exemplu pe bază de polipirol (de ex. PPy-CF₃SO₃, PPy-TFSI).

Alte EAP-uri electronice includ:

POLIMERI FERROELECTRICI

Elastomeri grefați electrostrictivi

Alte EAP ionice includ:

GELURI IONICE DE POLIMERE (IPG)

Fluide electoreologice (ERF) (vezi p. 38)

Următoarele combinații de componente se numără printre cele de interes în arhitectură:

COMPONENTE PE BAZĂ DE ACRIL CU GRAFIT

Filme transparente pe bază de acril disponibile în comerț, acoperite pe ambele părți cu grafit ca electrozi.

Relativ simplu de produs prin utilizarea componentelor disponibile în comerț, performanța poate fi multiplicată prin multistratificare și înfășurare (forțe de activare crescute), posibile modificări relativ mari de formă (expansiuni de până la 380%), gamă largă de utilizări.

a ----- :

Nu este disponibil în cantități mari, este necesară o tensiune de activare relativ mare (kV), filmul este higroscopic.

PPy-CF₃SO₃

Polimer compozit conductiv pe bază de polipirol.

3 -----

Capacitate de mișcare mai mare decât cu TFSI ca componentă, performanța poate fi multiplicată prin stratificare sau înfășurare, gamă largă de utilizări.

o -----

Nu este disponibil în cantități mari.



Technology by EMPA: Technology demonstrator of inflated dielectric elastomer film with electrodes attached on both sides (balloon actuator, electronic EAPs), not activated and activated. | *opposite*: Technology by EMPA: Technology demonstrator of a rocker driven by two EAP muscle pairs and able to perform mechanical work by alternately lifting two metal balls. | Robot with several linear actuators incorporating dielectric EAPs arranged in parallel, participating in an arm-wrestling competition at the SPIE Symposium (EAPAD) 2005 in San Diego. | Wound linear actuator ("artificial muscle") with dielectric EAPs.

PPy-TFSI
Polimer compozit conductiv pe bază de polipirol
Flexibilitate mai mare decât se poate obține cu CF3SO3 ca componentă, performanța poate fi multiplicată prin stratificare sau înfășurare, gamă largă de utilizări.
Nu este disponibil în cantități mari.

electmactive polqmers (EAP) > produse

Produsele care încorporează polimeri electroactivi (EAP) sunt dezvoltate în întreaga lume. În prezent, EAP-urile dielectrice necesită o tensiune foarte mare pentru activare (kV). O posibilă soluție la aceasta ar putea fi o reducere viitoare a grosimii filmului.

În trecut, EAP-urile au fost dezvoltate în principal pentru încercări și demonstrații din cauza - deformărilor lor relativ mari și a forțelor de acționare mici. Printre acestea s-au numărat încercări în care dispozitivele de acționare a îndoitului fixate pe o parte și care încorporează EAP-uri au fost folosite ca lame de ștergător de parbriz. Prin combinarea mai multor dispozitive de îndoire, a fost posibilă în plus să se realizeze actuatoare de prindere. În ultimii ani au fost folosiți și în încercările de mușchi artificiali. Aplicațiile viitoare ale EAP-urilor sunt probabil să includă secțiuni de aripi adaptive și tuburi elastice care își pot schimba diametrele locale.

Pentru a utiliza EAP-urile ca dispozitive de acționare și poziționare (actuatoare liniare, dispozitive de îndoire) sau ca componente ale ansamblurilor, produsele existente vor trebui adaptate în mod corespunzător și, prin urmare, vor avea proprietăți complet noi. Acționarea și poziționarea acționărilor pe bază de fibre, filme, bobine și compozite sunt printre tipurile anterioare de dispozitive care pot fi deformate de-a lungul axelor lor longitudinale prin stimulare electrică. Dacă EAP-ul selectat în sine nu are un efect de restaurare a formei, acesta poate fi furnizat prin adăugarea uneia sau mai multor componente cu acest efect. Câteva dintre aceste componente de bază pot fi aranjate în paralel sau în serie pentru a-și multiplica performanța . Legătura lipită sau mecanică dintre componente transmite forțe și este permanentă.

EAP-urile pot fi produse ca produse brute, intermediare și finale, în funcție de numărul de etape ale procesului și de scopul vizat.



Produsele utilizate în prezent în arhitectură și care probabil vor deveni mai relevante în viitor includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

fibre EAP

benzi și filme EAP

Bobine EAP

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

ACTIONAREA și POZIȚIONAREA ACTIONĂRILOR realizate din sau care încorporează EAP-uri

ELEMENTE DE ARCO cu forță de arc variabilă/variabilă realizate din sau care încorporează EAP

ROBOȚI cu unități de acționare și poziționare care încorporează EAP-uri

NEOPRENE MEMBRANE with EAP

Materiile prime sau produsele finale realizate din EAP care au fost dezvoltate și sunt disponibile într-o oarecare măsură includ:

FIBRE, FIRME (EX. ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA SANTA FE)
Ele pot fi fabricate din polimeri conductivi (CP), manipulate și prelucrate cu limitări similare cu cele ale firelor și fibrelor textile convenționale. În funcție de aplicația dorită, li se pot aplica și acoperiri și/sau placări de protecție suplimentare.
<input type="radio"/> -----
Poate fi folosit pentru a crea mișcări liniare prin gruparea acționărilor de acționare și poziționare, diverse utilizări ca țesături. În rest, ca pentru PPy-CF,SO și PPy-TFSI de mai sus.
<input type="radio"/> -----
Nu este disponibil universal, capacitate de mișcare relativ scăzută, rezistență mecanică scăzută a firelor individuale. În rest, ca pentru PPy-CF,SO și PPy-TFSI de mai sus.

FEȘI, FILME (DE EX. TEHNOLOGIA EMPA)
Ele pot fi realizate din EAP-uri dielectrice, instalate ca prinse la unul sau ambele capete, pot fi folosite pentru a forma componente ale carcasei, de exemplu.
³ Poate fi utilizat în intervale de temperatură medie (< -20°0 până la > +50°0), poate fi grupat ca dispozitive de acționare sau poziționare pentru a produce mișcări liniare, poate fi tăiat la dimensiune. Altfel , ca și componentele pe bază de acril cu grafit.
<input type="radio"/> -----
Nu se pot face țesături sau pliuri foarte mici. În rest, ca și în cazul componentelor pe bază de acril cu grafit.

BOBINE (DE EX. TEHNOLOGIE DE LA EAMEX)
Ele pot fi fabricate din polimeri conductivi (CP) și pot fi instalate așa cum sunt prinse la un capăt.
<input type="checkbox"/> -----
Poate fi folosit pentru a crea mișcări liniare continue prin gruparea acționărilor de acționare și poziționare și ca elemente arc. În rest, ca pentru PPy-CF,SO și PPy-TFSI de mai sus.
<input type="checkbox"/> -----
Capacitate de mișcare sau arc relativ scăzută, capacitate de încărcare mecanică redusă. În rest, ca pentru PPy-CF,SO și PPy-TFSI de mai sus.

De asemenea, aceste produse nu ar trebui să fie încărcate până la limitele lor. În funcție de produs și de principiul de proiectare, ar trebui să se asigure că acolo unde straturile de materiale dielectrice și conductoare electrice sunt plasate unul peste altul, acestea nu sunt separate prin intrarea umidității. Nu trebuie lăsată apă să pătrundă în actuatoarele EAP, deoarece acest lucru ar putea reduce serios rezistența dielectrică a filmelor higroscopice.

polqmeri electroactivi (EAP) > proiecte

Deoarece abia în ultimii ani au fost dezvoltate produse cu proprietăți adecvate de schimbare a formei reversibile și reproductibile și având în vedere că sunt încă implementate în principal ca demonstratori de tehnologie, este probabil să nu existe produse disponibile pentru utilizare pe scară largă în domeniul arhitecturii în viitorul apropiat, în special ca acționări sau poziționare. Este cel mai probabil ca aceste unități să apară mai întâi ca teste, deoarece noile produse pentru construcții necesită aprobare oficială și, în mod normal, acesta este un proces lung. Deocamdată, unitățile disponibile existente vor continua să fie utilizate, dar poate cu modificări sau conexiuni adecvate, în funcție de utilizările viitoare.

Pe termen scurt, componentele de formare a suprafețelor mari, deformabile electric, ar putea fi realizate din folii EAP pentru a produce diverse texturi în acoperiri de pereți sau tapet.

BalnaeixjY

Material monosmart | Aplicație Monosmart
Material inteligent electroactiv:
MEMBRANA DE NEOPREN CU EAP
Structuri cinetice care răspund la radiațiile electromagnetice

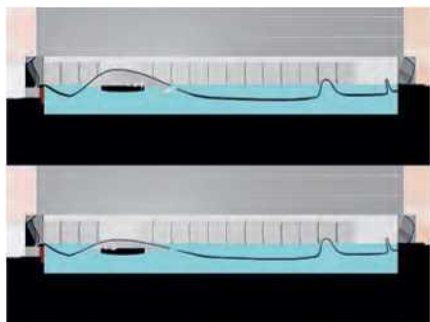
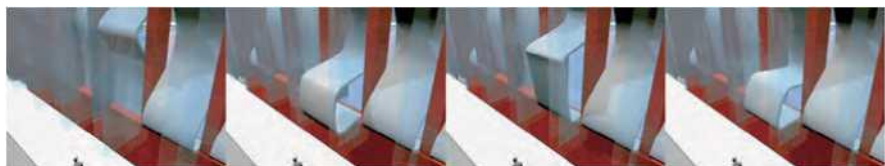
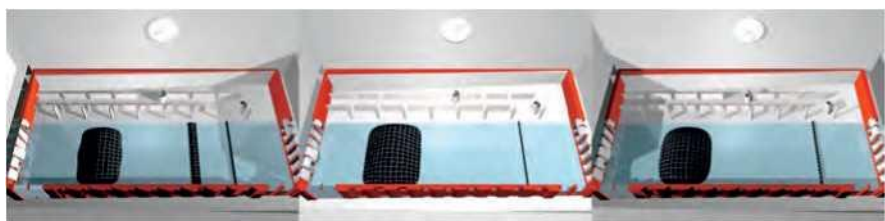
Bryan Boyer, SUA
Băi termale sensibile electromagnetic cu componente cinetice care formează suprafața | New York, SUA (2003)

Cu designul său din 2003, *BalnaeNY*, designerul american Bryan Boyer a arătat cum activitățile care apar într-o anumită zonă construită pot fi folosite pentru a îmbogăți experiența celor care o vizitează prin pereți și podele deformabile. În acest caz particular, Boyer și-a aplicat designul la o baie distractivă din cartierul aglomerat SOHO din New York.

Boyer, pe atunci student la Future Studio, un departament special al Școlii de Design din Rhode Island, a propus un sistem de senzori și actuatori care să reacționeze dinamic la diferitele activități care au loc pe parcursul unei zile. Radiația electromagnetică generată de oameni și de telefoanele lor mobile, autovehicule etc. este preluată și transformată în schimbări cinetice spațiale de către un EAPMaterialul este integrat într-o pardoseală intermediară suplimentară din neopren, aproape de suprafața apei a piscinei, în pereții cabinelor de duș și în fațadă. De exemplu, în funcție de momentul zilei, o parte din podeaua intermediară care conține o rețea de benzi EAP va prelua un profil de val și va apărea într-o măsură mai mare sau mai mică deasupra suprafeței apei, formând astfel o peșteră walk-in. Pereții dușului pot adopta o formă spiralată în plan atunci când funcționează ca o cabină de duș și oferă intimitate sau pot lua o altă formă pentru a funcționa ca protecție împotriva stropilor.

Pereții care formează părțile înguste ale piscinei sunt, de asemenea, formați din EAP-uri și se modelează, în funcție de activitățile care se desfășoară, în nișe de diferite dimensiuni care pot fi folosite ca zone individuale de saună. Nișele se pot proiecta în spațiul străzii în diferite măsuri, astfel încât activitatea să fie vizibilă și din exteriorul clădirii.

BalnaeNY: vedere în perspectivă de sus a piscinei cu profilul valului emergent și scufundat al membranei de neopren. | Scenariu de deformare a pereților saunei care se proiectează în spațiul străzii | Secțiune prin piscina cu membrana din neopren | Vedere în interiorul peșterii. | Zone individuale de saună. | Cabine de duș desfășurate.



materiale inteligente care schimbă culoarea și optica

Materialele inteligente care se schimbă din punct de vedere al culorii și optic includ materiale și produse care sunt capabile să își schimbe în mod reversibil culoarea și/sau proprietățile optice ca răspuns la unul sau mai mulți stimuli prin influența externă a luminii, temperaturii, compresiei, a unui câmp electric sau magnetic și/sau a unui stimul chimic.

Materialele inteligente disponibile în prezent, care schimbă culoarea și optic, pot fi diferențiate în funcție de stimulii lor declanșatori, după cum urmează:

MATERIALE INTELIGENTE FOTOCROMICE
Aceste materiale își schimbă culoarea atunci când sunt excitate de efectul luminii (energie electromagnetică).
MATERIALE INTELIGENTE TERMOCROMICE, TERMOTROPICE
Aceste materiale își schimbă culoarea și/sau proprietățile optice atunci când sunt excitate de efectul temperaturii (energie termică).
MATERIALE INTELIGENTE MECANOCROMICE (DE EX. PIEZOCROME, TRIBOCROMICE)
Aceste materiale își schimbă culoarea atunci când sunt excitate de efectul compresiei, tensiunii sau frecării (energie mecanică).
MATERIALE INTELIGENTE ELECTOCROMICE, ELECTROOPTICE (DE EX. IONOCROMICE)
Aceste materiale își schimbă culoarea și/sau proprietățile optice atunci când sunt excitate de efectul câmpurilor electrice, electronilor sau ionilor (energie electrică).
MATERIALE CHEMOCROMICE (DE EX. GASCROME, HALOCROMICE, SOLVATOCROMICE, HIGRO-/ HIDROCROMICE)
Aceste materiale își schimbă culoarea și/sau proprietățile optice atunci când sunt excitate de efectul unui mediu chimic (energie chimică), de exemplu hidrogen, oxigen, conținut de sare (valoarea pH), o soluție sau apă

Este folosit și termenul general, materiale cromogenice inteligente.

Dintre materialele inteligente de mai sus, datorită disponibilității lor și altor factori, precum stabilitatea anticipată pe termen lung, următoarele sunt de interes pentru aplicațiile arhitecturale și vor fi tratate mai detaliat mai jos: materialele inteligente fotocrome, termocrome, termotrope, electrocrome și electrooptice. O aplicație a materialelor inteligente higro-/hidrocrome poate fi găsită în altă parte (vezi p. 24).



housewarming III: instalarea camerei cu suprafețe termocromatice de perete și scaune.

Presupunând dezvoltarea ulterioară și plasarea pe piață, materialele inteligente piezocromice, gascromice și halocromice ar putea câștiga în importanță în viitorul apropiat.

MATERIALE INTELIGENTE FOTOCROMICE > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
--

Proprietățile lor inerente le permit să reacționeze la lumină (lumină vizibilă, lumină UV, lumină IR; radiații electromagnetice) schimbându-și culoarea

Următoarele materiale fotocromice inteligente sunt în - prezent de interes pentru arhitecți:

MATERIALE FOTOCROMICE (PC)

Aceste materiale și produse includ:

PIGMENTI FOTOCROMICI

STICLA FOTOCROMICA

PLASTICE FOTOCROMICE

Materialele plastice fotocromatice sunt cunoscute și sub denumirea de polimeri fotocromici (PCP)

materiale fotocromatice (BUC) > materiale

Materialele fotocromice (PC), fotocromiile și materialele sensibile la UV sunt materiale sau componente care își pot schimba culoarea în mod reversibil ca răspuns la lumină.

Fotocromismul descrie conversia reversibilă a materialelor sau componentelor între două forme A și B, fiecare cu spectre de absorbție diferite. Conversia este declanșată, într-una sau ambele direcții, de absorbția radiației electromagnetice. Forma A termodinamic mai stabilă este transformată prin iradiere în forma B. Reacția inversă poate fi termică (fotocromism de tip T) sau fotochimică (fotocromism de tip P) (conform: [7]).

Următoarele se aplică anumitor PC-uri organice: dacă forma A este incoloră sau ușor galbenă și forma B este colorată, atunci acest lucru se numește fotocromism pozitiv, care este cel mai frecvent caz. În cazuri mai puțin frecvente, dacă forma A este colorată și forma B este incoloră, atunci culoarea este albită de lumină și acest lucru se numește fotocromism negativ.

Două mecanisme pot fi implicate în proces: cu mecanismul cu un foton, B este format din starea excitată inițială sau tripletă sau ambele, în timp ce cu mecanismul cu doi fotoni, B este format prin absorbția a doi fotoni, care pot fi simultane sau treptate (secvențial), și starea excitată superioară rezultată. În consecință, fenomenul este denumit fotocromism cu un foton sau doi fotoni.

În 1899, Markwald a descoperit un efect fotocromic în tetracloronaftalină în stare solidă, care a stabilit termenul de fototropie pentru ceea ce el a văzut ca fiind un fenomen pur fizic. În Israel, în 1950, Hirshberg a sugerat termenul utilizat astăzi, fotocromism, care este derivat din greacă. Derivații rezistenți la oboseală ai spirooxazinelor și cromenelor au fost dezvoltati în anii 1980. În 2001, oamenii de știință japonezi de la Institutul Național de Știință și Tehnologie Industrială Avansată au dezvoltat o nouă sticlă fotocromatică pe bază de ioni de argint și nitrat, fără a utiliza halogeni care dăunează mediului și sănătății. În 2004, un sistem fotoelectrocromic constând dintr-o celulă solară colorantă cu o componentă electrocromă a fost dezvoltat în Germania la Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară, Freiburg.

Materialele și componentele utilizate în general includ, printre altele:

COMPUȘI ORGANICI

Naftopirani, spiropirani, spirooxazine (de exemplu spironaftoxazine), spirodihidroindolizine, cromene, diariletene, fulgide, compuși azoici, bacteriorhodopsin (BR)

COMPUȘI ANORGANICI

Halogenuri de argint (de exemplu, bromură de argint (AgBr), clorură de argint (AgCl), iodură de argint (AgI))

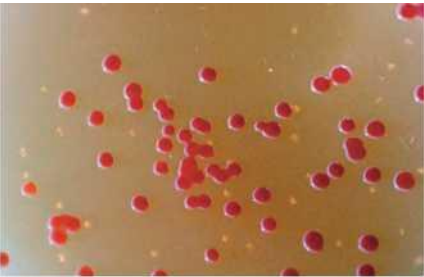
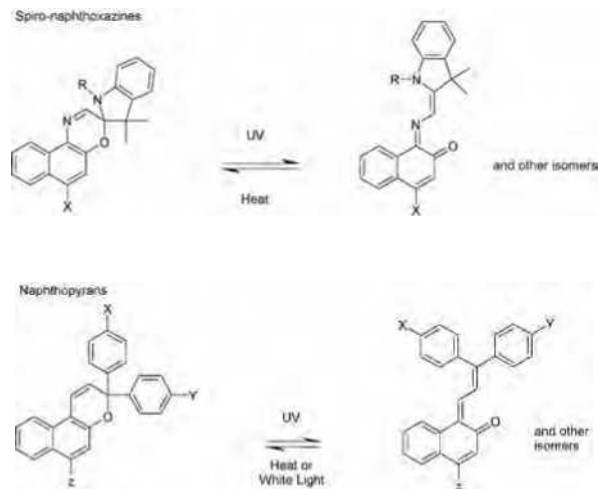


Diagram of the chemical structure of naphthopyrane and spironaphthoxazines before and after the exposure to UV light. | Clones of halobacterium salinarum on an agar plate. This contains the information for the production of the modified BR. | Different colours of BR pigments.

Următoarele PC-uri sunt printre cele de interes în arhitectură:

SPIROPIRANI, SPIRODIHIDROINDOLIZINE

Compuși chimici organici, solizi la +20°C. Ele reacționează la influența luminii vizibile și UV prin schimbarea reversibilă a culorii de la incolor sau ușor galben (forma A) la colorată, de exemplu albastru sau roșu (forma B). Unii spiropirani prezintă comportament opus (fotocromism negativ) și sunt termocromi (vezi materiale inteligente termocromice, pp. 80 și urm.). Disponibil sub formă de pulberi.

Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii (-40°C până la +150°C), spectru de absorbție relativ larg (forma A: aprox. 350 nm până la 450 nm, forma B: aprox. 500 nm până la 100 nm lungime de undă), număr relativ mare de schimbare a culorii (formale posibile > 105), disponibile în toate formele spectrale >105 coloranți, solubili în etanol, toluen, eter, cetone și esteri printre alte lichide, solubili și în apă prin substituție (de exemplu pentru fabricarea coloranților), netoxici, degradabili biologic, relativ ieftini în comparație cu BR.

Niciunul cunoscut.

NAFTOPIRANI, SPIROOXAZINE (de exemplu, SPIRONAFTOXAZINE), DIARILETENE

Ca mai sus.

Poate fi folosit la temperaturi scăzute până la înalte (-40°C până la +250°C), spectru de absorbție relativ larg (forma A: aproximativ 380 nm până la 780 nm, forma B: aproximativ 380 nm până la 295 nm lungime de undă), număr relativ mare de cicluri posibile de schimbare a culorii (> 106 nm), gradul de luminozitate relativ bun în comparație cu 106 nm. Altfel ca mai sus.

Nu este solubil în apă.

BACTERIORHODOPSINA (BR)

O proteină izolată din membrana celulară, așa-numita membrană violetă, a arheobacterii iubitoare de sare din specia halobacterium salinarum. Solid la +20°C. Utilizările includ afișarea, stocarea și procesarea informațiilor optice. În prezent, filmele optice se numără printre produsele fabricate din Bacteriodopsină (BR). Reacționează la influența luminii suferind o schimbare reversibilă a culorii de la violet la galben. Timpul în care are loc aceasta poate fi controlat și influențat de modificarea genetică a proteinei. Disponibil sub formă de pulberi și soluții apoase (suspensii). În prezent, în faza de introducere pe piață.

Poate fi realizat în cantități mari, poate fi folosit la temperaturi scăzute spre medii (-20°C până la +80° sau +120°C, în soluție apoasă sau respectiv în formă uscată), spectru de absorbție relativ larg (forma A: 570 nm, forma B: lungime de undă 410 nm), număr relativ mare de cicluri posibile de schimbare a culorii (> luminozitate relativ bună) spiropirani, solubili în apă, netoxici, degradabili biologic.

Prezență mică pe piață, forma A nu transparentă, disponibilă sub formă de pulbere într-o singură culoare, relativ scumpă în comparație cu spiropiranii sau bromura de argint.



Tehnologie de James Robinson:
ilustrare a efectului fotocromic pozitiv în
ochelarii de soare cu lentile din plastic
care încorporează PC-uri organice. |
Ochelari de soare și șase lentile din
plastic care încorporează PC-uri
organice (lentile oftalmice) înainte și
după emoție cu lumină.

BROMURĂ DE ARGINT (AgBr)

Uneori numit argint bromic. Un compus chimic anorganic format ca precipitatul galben-verzui al reacției dintre sărurile de argint, de obicei nitrat de argint, cu o soluție apoasă de sare de bromură, adesea bromură de calciu. Solid la +20°C. Compusul este utilizat în fotografie ca componentă sensibilă la lumină a emulsiilor pe filme și în alte acoperiri sensibile la lumină, de exemplu sticla fotocromatică. Se descompune sub influența luminii albastre sau violete cu unde scurte de mare energie în argint și brom de culoare neagră. Dopajul cu coloranți sensibilizanți permite, de asemenea, absorbția culorilor luminoase cu energie mai mică, cum ar fi lumina roșie.

° Prezență pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, poate fi folosit la temperaturi scăzute spre ridicate (< -20°C până la > +250°C), număr relativ mare de posibile cicluri de schimbare a culorii (> 105), rezistență la lumină relativ bună în comparație cu PC-urile organice precum spiropirani, relativ ieftin în comparație cu BR.

o

Spectru de absorbție relativ îngust, forma B disponibilă doar într-o singură culoare (diverse nuanțe de gri), nu rezistență la rugină și alte produse de coroziune în contact cu metalele, toxice, reciclabilitate problematică.

Pe lângă materialele și componentele de mai sus, Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară a dezvoltat un nou sistem fotocromatic în care se folosește oxidul de wolfram electrocromatic: acesta este descris în secțiunea corespunzătoare (vezi materiale electrocromatic/-optice (EC, EC), pp. 89 și urm.).

materiale fotocromatice (BUC) > produse

Una dintre cele mai cunoscute aplicații ale materialelor fotocromatice (PC) sunt ochelarii de soare autocolorați, care sunt pe piață de peste 20 de ani. Prin intermediul unor cristale de halogenură de argint anorganice aplicate sau încorporate lentilele se schimbă în diferite nuanțe de gri, sau maro, prin adăugarea de aur sau paladiu, în funcție de intensitatea luminii. Alte culori, inclusiv roșu și albastru, pot fi produse prin adăugarea de PC-uri organice, cum ar fi spiroidihidroindolizinele.

O serie de produse cromogene diferite pentru copii, unele dintre ele fotocromatice, au fost aduse pe piață la începutul anilor 1990 de către Mattel, un mare producător american-american de jucării.

În afară de jucării, PC-urile se folosesc și în alte bunuri de larg consum; pot fi utilizate și în tehnologia de control. Între timp, pe piață au apărut materiale de etanșare dentară (materiale de etanșare pentru fisuri) pe bază de spiroidihidroindolizine. Ele își schimbă culoarea de la transparent la albastru după câteva secunde de expunere la o lampă de polimerizare și asigură controlul calității [8].



Technology by Chromatic Technologies Inc.: photochromic paint (DynaColor, "Photochromic Wet Slurry") before and during excitement with light. | Photochromic BR-based paints produced by chemical derivatisation. | Photochromic BR-based film. Information can be written on it using a light pen. | Technology by Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems: technology demonstrators of photochromic and photo-electrochromic glass systems before and after excitement with light. | *opposite*: Schematic representation of the construction of photochromic and photo-electrochromic glass systems.

O aplicație promițătoare a BR ar putea fi în soluții apoase sau ca coloranți pe, de exemplu, filme pentru afișarea, stocarea sau procesarea informațiilor optice.

Următoarele produse realizate din sau care încorporează PC-uri se numără printre cele de interes pentru aplicații arhitecturale:

Coloranți obținuți din compuși organici fotocromici:

VOPSELE FĂCITE DIN PC (REVERSACOL, TEHNOLOGIE DE JAMES ROBINSON)

Pulbere fotocromă din naftopirani sau spironaftoxazine. Ele pot fi adăugate la cerneluri și vopsele ca dopanți sau la diverși solvenți, cum ar fi etanolul și toluenul. Ele pot fi, de asemenea, încorporate în materiale plastice, de exemplu termoplastice cum ar fi PE, PP PVC, EVA, PVB, PMMA și duroplastice precum PUR și pot fi tratate termic pentru extrudare, turnare sau turnare prin injecție în diferite forme.

- Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată la temperaturi scăzute până la înalte (-40°C până la +250°C, în funcție de matrice printre alți parametri), în mare parte rezistentă la lumină, dozabilitate bună, poate fi înglobat în diferite materiale plastice. În rest, ca și pentru naftopirani, spirooxazine (de exemplu, spironaftoxazine), diariletene. Relativ scump. În rest, ca și pentru naftopirani, spirooxazine (de exemplu, spironaphtoxazine), diariletene.

Vopsele care încorporează compuși organici fotocromici:

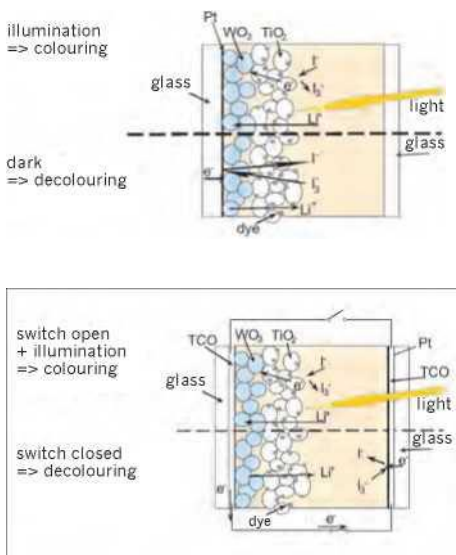
VOPSELE INCORPORATE PC, PE BAZĂ DE DISPERSIE (DE EX. CU COLORANTI REVERSACOL, TEHNOLOGIE DE JAMES ROBINSON)

Ele pot fi aplicate cu pensula, rola sau spray pe suprafețe precum lemn, plastic, textile, hartie, carton, beton și zidărie. Altfel ca mai sus.

- Flexibilitate ridicată, aderență bună. Altfel ca mai sus.
- Ca mai sus.

Alte produse care încorporează compuși organici fotocromici includ:

GRANULATE INCORPORATE PC-uri
THREADS INCORPORATE PC-uri



Produsele utilizate în prezent în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

VOPSELE realizate din PC-uri (de exemplu naftopirani, spironaftoxazine) (de exemplu, coloranți Reversacol, tehnologie de James Robinson)

SUSPENSII care încorporează PC-uri (de ex. BR)

VOPSELE (de exemplu, cerneluri, cerneluri de imprimare) care încorporează PC-uri

(de exemplu naftopirani, spironaftoxazine)

(de exemplu, DynaColor, tehnologie de Chromatic Technologies Inc.)

GRANULATE care încorporează PC-uri (de exemplu naftopirani, spironaftoxazine)

FIȚE care încorporează PC-uri (de exemplu naftopirani, spironaftoxazine)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

HÂRTII care încorporează PC-uri, de exemplu coloranți fotocromici

FILME care încorporează PC-uri, de exemplu coloranți fotocromici

TEXTILE care încorporează PC-uri, de exemplu fire fotocromatice

SISTEME DE STICLA care încorporează PC-uri (de exemplu, halogenuri de argint)

Sticlă care încorporează compuși anorganici electrocromici:

SISTEME DE STICLA INCORPORATE MATERIALE ELECTROCROMICE (CE) (TEHNOLOGIE DE LA INSTITUTUL FRAUNHOFER DE SISTEME DE ENERGIE SOLARĂ)

Sistem fotocromic format din oxid de tungsten electrocromic și o celulă solară colorantă. Sub influența luminii, electronii din stratul celulei solare devin excitați și sunt injectați în oxidul de tungsten. În același timp, cationii din electrolit sunt luați în strat și oxidul de tungsten devine albastru. În timpul întunericului, decolorarea are loc prin reacții de recombinație. Versiunea foto-electrocroma poate fi controlată de utilizator prin intermediul unui comutator.

³ Potrivit pentru încăperile întunecate, în mare parte rezistent la lumină, poate fi instalat împreună cu geamurile convenționale adiacente, permițând astfel detalii curate, relativ ușor de utilizat, nu este necesară alimentarea cu energie electrică externă. În rest, cu limitele menționate mai sus pentru oxidul de wolfram și celulele solare colorante.

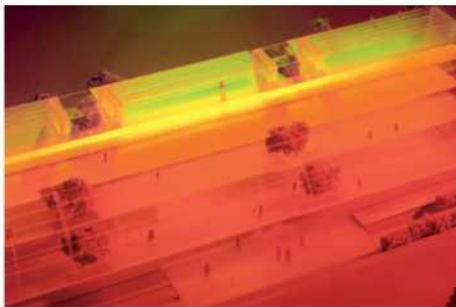
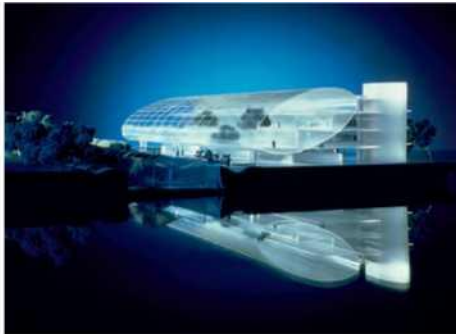
a ----- :

Lipsa prezenței pe piață, se poate face doar în cantități mici, costuri mai mari de înlocuire a geamurilor deteriorate, relativ grele, cu costuri de instalare mai mari, nu se pot aplica acoperiri electrocromice sau colorante pe marginea celulelor, de aceea este necesară acoperirea marginilor. În rest, cu limitele menționate mai sus pentru oxidul de wolfram și celulele solare colorante.

Alte produse care încorporează compuși organici fotocromici includ:

SISTEME DE STICLA INCORPORATE BUCURI (EX. HALOGENURĂ DE ARGINT)

Utilizarea compușilor organici, cum ar fi naftopirani, spirooxazinele (de exemplu, spironaftox - azinele) și diariletenele permite realizarea de produse care au o stabilitate la lumină relativ bună pe termen lung, în ceea ce privește, de exemplu, rezistența culorii. Acest lucru poate fi sporit de alți aditivi, inclusiv absorbanți UV, antioxidanți, HALS (stabilizatori de lumină cu amine împiedicate). În acest moment, în acest context, se lucrează cu coloranți încapsulați, care probabil vor răspunde mai puțin spontan. Produsele toxice precum cele cu straturi de halogenuri de argint trebuie folosite cât mai puțin posibil.



materiale fotocromatice (BUC) > proiecte

Până în ultimii ani au existat foarte puține aplicații realizate ale materialelor fotocromice (PC) în domeniile artei (vezi p. 24) sau arhitecturii. Deși utilizarea sticlei autocolorante în ferestre sau fațade este o aplicație evidentă, până acum nu a avut succes din cauza comportamentului său adecvat pe termen lung, a sensibilității la căldură și a costurilor de producție relativ ridicate. În consecință, în prezent nu se cunosc utilizări la scară largă ale acestor sisteme. Printre primele proiecte care implică PC-uri într-un anvelopă de clădire a fost prezentarea de la Becker Gewers Kuhn & Kuhn Architects pentru concursul de design din 1992 pentru *Muzeul de Artă Modernă* din München.

De atunci au fost propuse o serie de alte aplicații care încorporează PC-uri, în special în universități. Acestea variază de la tapet sensibil la UV până la textile care sunt prelucrate ulterior în îmbrăcăminte sau textile de cameră. În timp ce la început s-a pus accentul pe estetica schimbării culorii, cercetătorii caută în prezent să lase aceste produse să preia funcții suplimentare, cum ar fi indicarea stării de energie sau a timpului sau a modificărilor temperaturii suprafeței.

Model al unui plic de clădire cu geam fotocromatic: *Muzeul de Artă Modernă, München*, de Becker Gewers Kuhn & Kuhn Architects.

Tapet cu model care apare

Material monosmart | Aplicație Polysmart
Material inteligent cu schimbarea culorii și optic: **VOPSEA FOTOCROMĂ (CERNEALĂ)**
Indicarea luminii UV și a timpului prin schimbarea culorii

Institutul interactiv: Power Studio , Suedia
Imagini de fundal | Suedia (2005)

Proiectul *Appearing Pattern Wallpaper* al Institutului Interactiv Power Studio din Eskilstuna urmărește să crească conștientizarea formelor de energie care se manifestă în moduri mai puțin evidente decât, de exemplu, curentul electric. Institutul lucrează cu alții, inclusiv designeri și producători, pe teme de proiecte legate de energie.

Pentru proiectul lor STATIC! designerii Sofia Lagerkvist, Char lotte von der Lancken, Anna Lindgren și Katja Savstrom au dezvoltat un tapet cu cerneluri sensibile la UV, care se poate - schimba reversibil de la un roșu monocrom la un roșu bicromic sub influența luminii.

Tapetul cu model care apare este destinat să demonstreze observatorului într-un mod poetic cum obiectele de zi cu zi se pot schimba în timp sub influența formelor de energie percepute doar subliminal.

Tapet cu model care apare: modele (prezentate aici în trei fotografii secvențiale) care se schimbă treptat în timpul absorbției luminii UV, monocrom stânga, bicromic dreapta cu modelul complet dezvoltat.

**THERMOCHROMIC AND THERMOTROPIC
SMART MATERIALS
MATERIALS, PRODUCTS, PROJECTS**

Their inherent properties enable them to react to temperature (thermal energy) by reversibly changing their colour and/or their optical characteristics.

The following thermochromic and thermotropic smart materials are currently of interest to architects:

THERMOCHROMIC MATERIALS (TC)

THERMOTROPIC MATERIALS (TT)

These materials and products include among others:

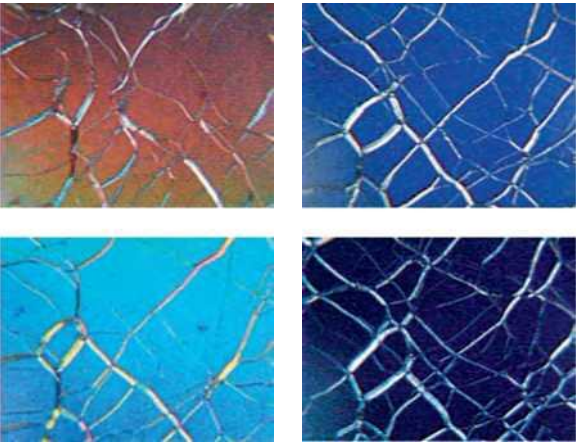
THERMOCHROMIC PIGMENTS

THERMOCHROMIC GLASS

THERMOTROPIC GLASS

THERMOCHROMIC PLASTICS

Thermochromic plastics are also known as thermochromic polymers (TCP).



Compus coheristic colesteril-pelargonat la diferite temperaturi (75°C, 76°C, 77°C, 79°C).

materiale termocromicz-tropice (TC,TT)> materiale

Materialele termocrome (TC) și termocromele sunt materiale sau componente care își pot schimba culoarea în mod reversibil ca răspuns la lumină. În schimb, materialele termotrope (TT) și termotropele sunt materiale sau componente care își pot schimba reversibil caracteristicile optice (de exemplu, transparența) ca răspuns la temperatură.

Anumite cristale lichide care nu se schimbă direct de la starea cristalină la starea lichidă atunci când sunt încălzite, dar trec printr-una sau mai multe faze intermediare, sunt clasificate printre altele ca materiale termocrome. În aceste faze au proprietăți fizice dependente de direcție, cum ar fi cele găsite în cristale, dar se mișcă ca lichidele. Aceste faze sunt cunoscute și sub denumirea de mezomorfe.

În 1909, chimistul praghez Hans Meyer a observat comportamentul termocromic în anumiți compuși organici. O explicație pentru acest fenomen nu a fost găsită până la E. Harnik și GMJ Schmidt și J.FD. Mills și SC Nyburg au publicat mai multe articole despre termocromism în 1954 și, respectiv, 1963 în *Journal of the Chemical Society*, Londra. În 2003, în Germania, Institutul Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor Aplicați din Golm, lângă Berlin, a reușit să dezvolte - compozite termocromice microîncapsulate încorporate în diverse materiale plastice și o formă de protecție solară termotropă.

Materialele și componentele termocrome utilizate în general includ, printre altele:

COMPUȘI ORGANICI

Cristale lichide colectorice (de ex. colesteristeri), coloranți leuco (de exemplu spiropirani, fulgide).

COMPUȘI ANORGANICI

Oxizi metalici (de exemplu oxid de vanadiu (VaO), oxid de tungsten de vanadiu (VaWO), oxid de zinc (ZnO), oxid de bismut (BiO), oxid de cupru (CuO)).

Ioduri metalice (de exemplu iodură de mercur(II)).



Tehnologie Chromatic Technologies Inc.: vopsele termocromice (tip DynaColor, comutare la 31°C sau la 45°C, „ecran UV termocromic”).

Materialele sau componentele termocrome includ, de asemenea:

MINERALE

Rutil, pietre prețioase termocrome.

Materialele și componentele termotrope utilizate includ, printre altele:

COMPUȘI ORGANICI

Amestec de polimeri (de exemplu polistiren-co-HEMA/polipropilenoxid), cristale lichide liotrope, rășini, materiale cu schimbare de fază (PCM) (de exemplu, parafină).

COMPUȘI HIBRIZI ORGANICI-ANORGANICI

Hidrogeluri.

COMPUȘI ANORGANICI

Materiale cu schimbare de fază (PCM) (de exemplu, hidrați de sare).

Următoarele TC/TT-uri ar putea fi de interes în domeniul arhitecturii:

CRISTALELE LICHIDE COLESTERICE (EX. COLESTERILESTERI)

Diferiți compuși organici, cum ar fi colesterilesteri. Ele reacționează la o creștere continuă a temperaturii prin schimbarea culorii de la negru la roșu, portocaliu, galben, verde, albastru la violet și înapoi la negru.

Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii (< -20°C până la > +100°C), un număr rezonabil de cicluri de posibile schimbări de culoare, potrivite pentru aplicații precise, netoxice.

Este necesară o tehnologie specială de fabricație, intensitate relativ scăzută a culorii, fundal negru necesar pentru a maximiza efectul de culoare, relativ scump.

COLORANTI LEUCO (EX. SPIROPYRANE, FULGIDE)

Vezi produse.



Tehnologie Alsa Corporation: modificări de culoare ale unei vopsele termocromice (Xposures) la contactul cu apa ca purtător de căldură. | Funcționarea a două vopsele termocromice setate la 31°C (Eclipse), fiecare dintre acestea fiind amestecată cu un concentrat (roșu bomboană sau galben bomboană). Ca rezultat, de exemplu, la contactul cu corpul, ele se schimbă de la negru la roșu sau respectiv de la negru la galben în loc de la negru la alb.

CRISTALELE LICHIDE LIOTROPICE

Diferiți compuși organici. Mezofazele se pot forma numai în amestecuri. Ele reacționează la o creștere a temperaturii modificându-și reversibil caracteristicile optice de la aproape transparente la translucide (turbiditate alb-lăptoasă). Ele pot fi utilizate în straturi termotrope, de exemplu ca protecție solară.

● Poate fi realizat în cantități mari, poate fi folosit la temperaturi scăzute spre ridicate (< -30°C până >

+ 120°C), număr relativ mare de cicluri posibile de schimbări între turbiditate și claritate, transparență relativ mare la oprire (aproximativ 90%), o proporție relativ mare de radiații NIR și IR este reflectată, netoxică.

Lipsa prezenței pe piață.

Utilizarea materialelor cu schimbare de fază (PCM) în straturi termotrope în sisteme mai complexe este de asemenea interesantă și este tratată mai detaliat în capitolul relevant (vezi materiale cu schimbare de fază (PCM) pp. 165 și urm.), unde este descris un alt sistem termotrop.

materiale termocromicz-tropice (TC,TT)> produse

Spre sfârșitul anilor 1900, o serie de produse de larg consum au fost îmbunătățite cu caracteristici termocromice și aduse pe piață. Cele mai cunoscute includ inelele de dispoziție din anii 1970, care se găsesc și astăzi la vânzare. De asemenea, sunt cunoscute în acest context periutele de dinți din plastic colorat care suferă o schimbare reversibilă a culorii la punctele de contact în care au fost ținute în mână, sau vasele de băut sau paiele care își schimbă culoarea la contactul cu băuturile calde sau reci.

Una dintre primele dezvoltări în domeniul produselor termotrope a fost schimbarea hidrogelurilor care sunt închise între substraturi de sticlă și au caracteristici optice impresionante. Cu toate acestea, prelucrarea lor în condiții industriale s-a dovedit prea costisitoare. O nouă utilizare a fost dezvoltată de Institutul German Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor Aplicații din Golm, lângă Berlin, în care protecția solară bazată pe schimbarea de fază se schimbă reversibil de la aproape transparent (90%) la translucid.

Următoarele produse realizate din sau care încorporează TC și TT sunt de interes pentru aplicații arhitecturale:



Tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor Aplicații:
 TC microîncapsulate sub formă de pulbere (compozite), capabile să fie extrudate și utilizate ca dopanți în diferite materiale plastice. | Materiale termoplastice: folie de polimer termocromic extrudat; Film de polimer termocromic extrudat foarte transparent, temperatura de comutare de la +72°C la +74°C. | Corzi de polimer termocromic extrudat. | Duroplastice: disc termocromic turnat. | Material polimer termocromic, care prezintă culori diferite la temperaturi diferite. | Hidrogeluri: gel polimeric termocromic. | Gel polimeric termocromic încălzit într-o baie de apă. Foarte transparent în toate fazele.

Coloranți obținuți din compuși organici termocromici:

COLORANTI LEUCO INCORPORATI TC

Coloranți termocromici microîncapsulați sub formă de pulbere, fabricați din, de exemplu, spiropirani sau fulgide încapsulate. Ele reacționează la o creștere a temperaturii prin schimbarea reversibilă a culorii de la transparent la colorat, de exemplu violet. Schimbarea culorii are loc numai atunci când este încorporată într-o matrice, de exemplu plastic.

Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii ($< -20^{\circ}\text{C}$ până la $> +130^{\circ}\text{C}$), un număr rezonabil de cicluri de posibile modificări de culoare, netoxice.

9 ----- :-----
Nu este deosebit de potrivit pentru aplicații precise, relativ costisitoare.

Vopsele cu compuși organici termocromici:

PAINTS INCORPORATE TC CA PARTE A UNUI SISTEM DE VOPSEA (ECLIPSE, TEHNOLOGIE ALSA CORPORATION)

Schimbători monocromi de culoare, care constau din compuși organici dizolvați într-un purtător lichid; compuși organici trec de la negru sau albastru la alb și înapoi, în funcție de temperatură. Poate fi aplicat cu pensula, rola sau spray pe suprafețe precum metal, lemn, sticla, plastic, material textil și piele. Disponibil sub formă de pulbere sau vopsea.

Prezența pe piață, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii ($< -20^{\circ}\text{C}$ până la $> +80^{\circ}\text{C}$), capacitate de încărcare mecanică relativ bună în comparație cu produsele anterioare, aderență bună, rezistență bună la murdărie, ușor de curățat, rezistență la uzură cu un lac de protecție suplimentar, rezistență relativ bună la lumina UV față de produsele anterioare, poate fi prelucrat cu alte vopsele de temperatură și concentrate, care permite alte vopsele decorative la aceleași baze și concentrate. produs.

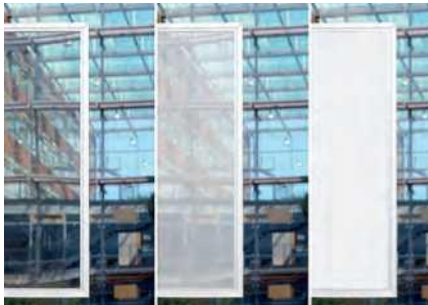
3 -----
Disponibil doar în două culori.

PAINTS INCORPORATE TC CA PARTE A UNUI SISTEM DE VOPSEA (XPOZURI, TEHNOLOGIE DE ALSA CORPORATION)

Schimbătoare de culoare policrome care constau din cristale lichide dizolvate într-un purtător lichid; cristalele lichide se schimbă de la o culoare inițială (ex. albastru) printr-o varietate de alte culori (maro, galben, violet și verde) și înapoi, în funcție de temperatură. Poate fi aplicat cu pensula, rola sau spray pe suprafețe precum metal, lemn, sticla, plastic, material textil și piele. Disponibil doar ca vopsea.

0 -----
Opt culori diferite disponibile, pot fi prelucrate cu alte vopsele decorative și se concentrează pe aceeași bază. Altfel ca mai sus și pentru cristale lichide.

5 -----
Cât despre cristalele lichide de mai sus.



Materiale plastice care încorporează compuși organici termocromi:

TC MICROENCAPSULAT (COMPOZIT) (TEHNOLOGIE DE LA INSTITUTUL FRAUNHOFER PENTRU CERCETAREA POLIMERILOR APLICATI)
TC care sunt microîncapsulate, de exemplu cu polimeri transparentți; deseori compozite termocromice sub formă de pulbere. Pot fi încorporați ca dopanți în diverse materiale plastice, de exemplu în termoplastice precum PE, PP PVC, PES, ABS, PA, PC, PMMA, duroplastice precum PES, PUR și în vopsele, acoperiri și rășini. Poate fi tratat termic pentru extrudare, turnare sau turnare prin injecție în diferite forme. În prezent se află în faza de dezvoltare (demonstratori de tehnologie).
<div><div></div><div>Poate fi realizat în cantități mari, poate fi folosit la temperaturi scăzute spre medii (-20°C până la + 100°C), în mare măsură rezistent la lumină, dozabilitate bună, poate fi înglobat în diverse materiale plastice, poate fi realizat în piese și pelicule turnate relativ mari, uniform colorate, rezistente la compresiune și temperatură.</div></div>
<div><div></div><div>Lipsa prezenței pe piață.</div></div>

Produsele utilizate în prezent în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

COLORANTI LEUCO care încorporează TC

VOPSELE care încorporează TC ca parte a unui sistem de vopsea (Eclipse, tehnologie de la Alsa Corporation)

VOPSELE care încorporează TC ca parte a unui sistem de vopsea (Xposures, tehnologie de la Alsa Corporation)

COLORANTI (de exemplu, cerneluri, cerneluri de imprimare) care încorporează TC (de exemplu, naftopirani, spironaftoxazine) (de exemplu, DynaColor, tehnologie de Chromatic Technologies Inc.)

TC MICROENCAPSULATE (compuși) (tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor Aplicați)

THREADS care încorporează TC (tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor Aplicați)

Hidrogeluri care încorporează TC (tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Cercetare aplicată a polimerilor)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

HÂRTII care încorporează TC, de exemplu coloranți termocromici

FILME care încorporează TC, de exemplu coloranți termocromici

TEXTILE care încorporează TC, de exemplu fire termocrome

SISTEME DE STICLĂ care încorporează TT-uri (tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor Aplicați)



Tehnologie Alsa Corporation: chiuvetă cu înveliș termocromic, inițial negru. | *opus*: Tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Cercetarea Polimerilor
Aplicați: comportamentul unui sistem de sticlă termotropă ca protecție solară, bazat pe tranziții de fază reversibile, dependente de temperatură, de la transparent la translucid.

materiale termocromicz-tropice (TC,TT)> proiecte

Aplicațiile care implică materiale termocromice (TC) sunt mai frecvente decât aplicațiile în - materiale fotocromice (PC). Acest lucru se aplică la fel de mult în domeniile artei și designului, precum și în arhitectură.

Printre primele aplicații arhitectonice a fost un perete acoperit cu o vopsea termocromă în Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris de către artistul german Sigmar Polke în 1988. Alți artiști și arhitecți au acceptat de atunci materialul și unele dintre lucrările lor au inclus pereți acoperiți cu vopsele latex termocromice.

În plus, componentele termocrome au fost încorporate într-un număr mic de articole de mobilă. Pe lângă noile materiale textile care sunt folosite, de exemplu, ca fețe de masă (vezi p. 22) și ca acoperiri de pereți, separatoare de cameră sau perdele, primele accesorii sanitare ceramice, cum ar fi chiuvete și băi, au fost acoperite cu coloranți sensibili corespunzător.

Se speră în special că straturile termotrope din, de exemplu, sistemele de sticlă vor deveni un instrument important pentru reglarea autonomă a cantității de lumină care intră în clădiri. Utilizarea TC pentru a indica consumul de energie pare, de asemenea, promițătoare. Power Studio al - Institutului Interactiv Suedez a folosit TC ca parte a STATIC! proiect. În 2005, plăcilor ceramice convenționale din duș au primit un decor floral de autocolante termocromatice multicolore. În timpul fiecărui duș, coloranții au reacționat, peste o anumită temperatură, la căldura apei de duș decolorându-se treptat și indicând astfel intensitatea dușului, durata acestuia și consumul de apă fierbinte.

Thermowall

Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care schimbă culoare și optic:
VOPSEA TERMOCROMĂ (CRISTALELE LICHIDE CU UN LIANT SINTETIC)
Indicarea diferențelor de temperatură (vreme) prin schimbarea culorii

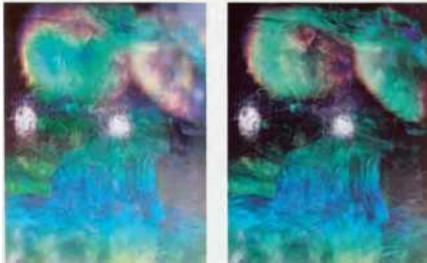
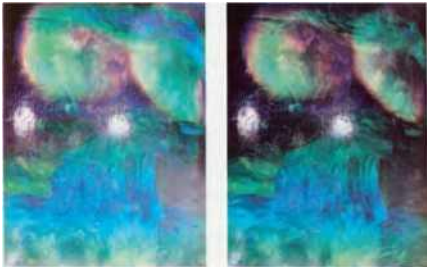
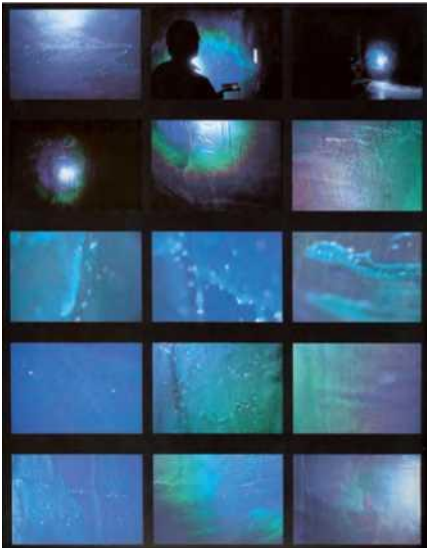
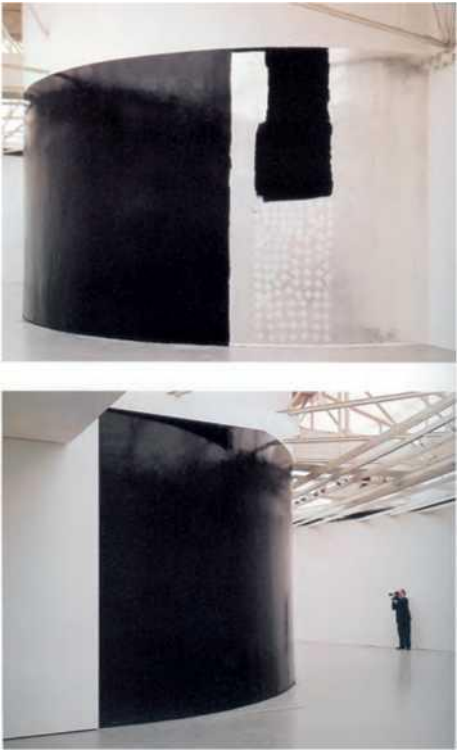
Sigmar Polke , Germania
Instalare pe perete | Musee d'Art Moderne de la Ville de Paris, ARC, Paris, Franța (1988)

La doi ani după ce și-a terminat *Hydrowand* pentru pavilionul german de la XLII. Bienala de la Veneția, artistul a acoperit un perete curbat convex cu o suprafață mare de vopsea sensibilă la temperatură, care își schimbă culoarea, compusă din cristale lichide și un liant sintetic.

Prin utilizarea a trei tipuri diferite de cristale lichide care și-au schimbat culoarea în trei intervale diferite de temperatură, *Thermowand* a fost menit să arate calea zilnică a soarelui, reacționând la lumina soarelui care cădea asupra lui.

Vopseaua cu dispersie termocromă a folosit substanțe de cristal lichid selectate special pentru a acoperi intervalele de temperatură de la 20°C la 22°C, 20°C la 25°C și 27°C la 33°C. Pânza pentru pictura sa a fost o membrană de aluminiu rezistentă la umezeală lipită de perete. Vopseaua conținea toluen. Prin urmare , era otrăvitor și trebuia aplicat purtând o mască de respirație. Spectrul de culori posibil a variat de la negru (rece, < 20°C) la violet-roșu, roșu, galben, galben-verde și verde-albastru până la turcoaz (cald, > 26°C).

Planul era ca construcția acoperișului să creeze un „desen de umbră” în continuă schimbare. Deoarece lumina soarelui nu a reușit să ajungă la *Thermowand* așa cum era planificat, a fost instalată o lampă cu infraroșu pentru a demonstra cum funcționează peretele.



Thermowand: perete cu vopsea termocromă aplicată în stare rece (negru). | Fotografie detaliată a vopselei la diferite temperaturi.

inaugurarea casei în

Material monosmart | Aplicație Monosmart
Material inteligent care schimbă culoarea și optic:
VOPSEA DE LATEX CU PIGMENTI TERMOCROMICI
Indicarea diferențelor de temperatură prin schimbarea culorii

J. Mayer H., Germania

Instalarea camerei | Galerie Magnusmuller, Berlin, Germania (2005)

Arhitectul și designerul berlinez J. Mayer H. a expus lucrări care încorporează vopsele termocromice la mai multe expoziții internaționale. O versiune a instalației sale IN HEAT, care a putut fi văzută la galeria Henry Urbach Architecture, New York, din aprilie până în mai 2005, a fost creată pentru Galerie magnusmuller care va fi expusă în perioada 17 septembrie - 10 noiembrie 2005.

Inaugurarea casei III, cu o culoare intensă de roz, care rulează pe orizont, benzi zimțate și poligoane izolate termosensibile, maro, pe pereții albi ai galeriei, amintește de experimentele de culoare văzute la sfârșitul anilor 1960. Spre deosebire de interpretarea riguroasă a acestui concept în IN HEAT, tavanele și podelele au fost lăsate goale. Prin posibilitatea de interacțiune cu camera, J. Mayer H. dezvoltă în continuare ideea lui Friedrich Kiesler de a îmbina arhitectura și arta cu observatorii, făcându-i parte din expoziție. Vizitatorii pot lăsa imagini temporare ale prezenței lor atingând zonele termosensibile.

Pigmentul termocromic de vopsea a fost setat pentru temperatura corpului uman și decolorează acolo unde a fost atins. Dezvoltat inițial de NASA pentru a semnaliza supraîncălzirea pieselor mecanice, pigmentul a fost adăugat la vopseaua obișnuită de pereți din latex pentru aplicare interioară. Ideea de a utiliza o vopsea termosensibilă similară pe suprafețele exterioare, de exemplu ca o vopsea exterioară cu autoîntunecare care s-ar încălzi iarna prin absorbția luminii solare, a fost respinsă din cauza costurilor ridicate de producție și a rezistenței UV inadecvate.



beton cromos cromos

Material monosmart | Aplicație Monosmart
Material inteligent care schimbă culoarea și optic:
BETON CU PIGMENTI TERMOCROMICI
Afișează grafice și caractere prin schimbări de culoare dependente de temperatură declanșate de curentul electric

Chris Glaister, Afshin Mehin, Tomas Rosen , Marea Britanie **Beton termocromic** | Marea Britanie (2004)

Elevii de la Unitatea de Inovare a Colegiului Regal de Artă (RCA) din Londra au dezvoltat un beton termocromic cu care a fost posibil să se folosească betonul ca suprafață de expunere. Grafice și caractere alfanumerice au fost create la suprafață cu ajutorul curenților electrici. Acest lucru a fost realizat prin adăugarea de cerneluri termocromice la beton și aplicarea căldurii direct prin fire de nichel-crom purtătoare de curent. La suprafață se produc modificări locale de culoare, care pot apărea sub formă de puncte, linii sau petice în funcție de distanța dintre fire.

Ca alternativă la încălzirea directă, schimbările de culoare pot fi produse și prin încălzire indirectă, de exemplu din căldura degajată de încălzirea prin pardoseală . Această tehnologie ar putea fi benefică și în piscine și băi.

Alte posibilități interesante se deschid pentru utilizarea *Chronos Chro mos Concrete* cu energia termică emisă în încăperi. De exemplu, așa cum au sugerat Glaister, Mehin și Rosen, suprafețele de podea traficate de la Tate Gallery, Londra, ar putea fi formate din beton, care ar prezenta modificări parțiale de culoare produse de căldura degajată de oamenii care stau și se mișcă pe ele. Pete de culoare intensă sau linii de culoare mai puțin intensă ar fi produse ca răspuns la căldura degajată de oameni, în picioare sau în mișcare , ori de câte ori diferența dintre temperatura camerei și temperatura suprafeței oamenilor din încăpere era suficient de mare.

Prima aplicație propusă de studenți a fost ceasuri digitale supradimensionate integrate în pereți și balustrade.



Simulări: un ceas digital integrat într-o balustradă la Tate Gallery. | Un ceas digital integrat într-un perete. | Thermopool. | Colorarea parțială a podelei Galeriei Tate declanșată de căldura corpului uman.

MATERIALE ELECTROCROMICE ȘI ELECTROOPTICE INTELIGENTE > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
--

Proprietățile lor inerente le permit să reacționeze la - câmpurile electrice prin schimbarea reversibilă a culorii și/sau a caracteristicilor optice.

Următoarele materiale inteligente electrocromice și electrooptice sunt în prezent de interes pentru arhitecți:

MATERIALE ELECTROCROMICE (EC)

MATERIALE ELECTROOPTICE (EO)

Aceste materiale și produse includ:

**SISTEME DE STICLĂ ELECTROOPTICĂ CU
CRISTALELE LICHIDE DISPERSE ÎN POLIMERI
(PDLC)**

**SISTEME ELECTROOPTICE DE STICLĂ
INCORPORATE DISPOZITIVE DE PARTICULE
SUSPENDATE (SPD)**

**SISTEME ELECTROCROMICE DE STICLĂ INCORPORATING
OXIZI METALICI**

Sistemele care încorporează dispozitive cu particule suspendate (SPD) nu vor fi tratate mai detaliat aici.

materiale electracramice/-aptice (ec, eo)> materiale

Materialele electrocrome (EC) și electrocromele sunt materiale sau componente care își pot schimba culoarea în mod reversibil ca răspuns la lumină. Spre deosebire de aceasta, materialele electrooptice (EO) sunt materiale sau componente care își pot schimba reversibil caracteristicile optice (de exemplu, transparența) ca răspuns la temperatură.

Celulele electrochimice sunt necesare pentru a utiliza fenomenul de electrocromism. Aceste celule pot fi diferențiate în funcție de cele patru tipuri de bază. Ele diferă unele de altele prin numărul lor de filme comutabile electrochimice combinate, printre alte proprietăți.

În prezent, tipul 1 este cel mai popular. Acest tip are două filme de componente electrocromice diferite combinate între ele. În principiu, tipul 1 constă din mai multe straturi funcționale așezate unul peste altul, după cum urmează: un strat conductor transparent (TCO), de obicei în oxid de staniu de diu (ITO), este depus ca anod pe un prim strat de suport, cum ar fi sticla. Pe deasupra este plasat primul strat electrocromic anodic de ex. oxid de tungsten (WO_3), care este responsabil pentru schimbarea culorii. Poate fi aplicat prin tehnologia vacuum (depunere de vapori, pulverizare), tehnologia Sol-Gel sau electrochimic. Urmează apoi un strat electrolitic, de exemplu, un electrolit polimeric, care ar trebui să fie cât mai bun posibil la conducerea ionilor, dar în același timp să fie un conductor electric slab. Restul construcției este inversul celui de mai sus. Un alt oxid de metal, cum ar fi oxidul de niobiu (Nb_2O_5) sau un polimer conductor, cum ar fi polianilina, poate fi utilizat ca al doilea strat electrocromic catodic.

OE includ cristale lichide care au fost procesate în filme pentru a putea fi folosite ca straturi electrooptice. Filmele cu cristale lichide (filmele LC) constau în principiu din mai multe straturi funcționale: două straturi de substrat PET, care sunt acoperite pe părțile interioare cu un oxid conductor transparent (TCO), de exemplu oxidul de indiu staniu (ITO), pentru a servi drept electrozi, încadrează o matrice polimerică în care sunt înglobate cristalele lichide. Aceste cristale lichide sunt cunoscute și ca cristale lichide dispersate în polimeri (PDLC).

Electrocromismul a devenit cunoscut în 1953, în urma lucrărilor lui Kraus asupra trioxidului de wolfram, pe care l-a descoperit că și-a schimbat culoarea în albastru intens după aplicarea unui câmp electric. În 1969 și 1973, SK Deb și-a publicat lucrările de cercetare privind peliculele subțiri de molibden și trioxid de wolfram, care au stabilit principiile electrocromismului modern. În anii 1970, Nick Sheridan, cercetător la Xerox Parc, a dezvoltat prima hârtie electronică (e-paper). Pe piața europeană, prima sticlă electrooptică comercială a fost introdusă sub numele de marcă PRIVA-LITE în 1991. Acest sistem este disponibil și astăzi și se bazează pe cristale lichide. Comută reversibil între transparent și opac.

În 2004, cercetătorii americani care lucrează cu Fred Wudl de la Universitatea din California au făcut publică dezvoltarea unui polimer electrocromic verde care împreună cu polimerii electrocromici roșu și albastru deja disponibili permite crearea oricărei alte culori. Tot în 2004, precum și un sistem fotocromic, un sistem foto-electrocromic constând dintr-o combinație a unei celule solare colorante cu o celulă electrocromică a fost dezvoltat în Germania la Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară, Freiburg.

Materialele și componentele CE utilizate în general includ, printre altele:

COMPUȘI ORGANICI Viogene colorante catodice (săruri de bipiridiniu) Polimeri coloranți anodici (de exemplu polipirol, polianilină, derivați de politiofen) Polimeri coloranți catodici (de exemplu, derivați de politiofen) COMPUȘI ANORGANICI Oxizi metalici coloranți catodici (de exemplu oxid de tungsten (WO3), oxid de molibden (MoO3), oxid de niobiu (Nb2O5)) Oxizi metalici coloranți anodici, alți compuși metalici (de exemplu, oxid de nichel (NiO), oxid de iridiu (IrO2), hexacianoferat feric (albastru de Prusia))

Materialele și componentele EO utilizate în general includ, printre altele:

COMPUȘI ORGANICI Cristale lichide (derivați de stilben) Următoarele EC și EO ar putea fi printre cele de interes în arhitectură: DERIVAȚI DE POLIANILINĂ Polimeri conductori electric care pot fi obținuți prin polimerizarea electrochimică a anilinei (derivați). Solid la +20°C. Poate fi utilizat, de exemplu, ca compuși de colorare anodici în straturi electrocromice (filme). Ele reacționează la influența unui câmp electric de curent continuu prin oxidare electrochimică cu preluarea simultană de cationi neutralizatori de sarcină (de exemplu, H+, Li+), schimbând culoarea de la transparent la verde la violet. Inversarea polarității inversează schimbarea culorii. Anilina este disponibilă ca lichid. Prezența pe piață, se poate realiza în cantități mari, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre înalte (< -40°C până la > +120°C), număr relativ mare de cicluri de posibile modificări de culoare (> 105), colorare reversibil între trei etape de oxidare, netoxic.
----- : -----

Nu pot forma culori neutre (verde și violet sunt considerate mai puțin potrivite pentru unele aplicații), rezistență la lumină relativ slabă în comparație cu compușii electrocromici anorganici pe bază de oxizi metalici.



DERIVAȚI DE POLITIOFEN

Polimeri conductivi electric care pot fi obținuți prin polimerizarea electrochimică a tiofenului (derivați). Solid la +20°C. Ele pot fi utilizate, de exemplu, ca compuși coloranți catodici în straturi electrocromice (filme). Reacționează la influența unui câmp electric de curent continuu prin reducere electrochimică cu preluarea simultană a cationilor care neutralizează sarcina (de exemplu, H⁺, Li⁺), schimbând culoarea de la roșu la albastru. Alte culori sunt posibile în funcție de derivat. Inversarea polarității inversează schimbarea culorii. Tiofenul este disponibil sub formă de pulbere.

³ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre înalte (< -40°C până la > +120°C), număr relativ mare de cicluri de posibile schimbări de culoare (> 105), netoxice.

☐

Colorarea doar reversibil între două etape de oxidare, nu poate forma culori neutre (roșul și albastrul sunt considerate mai puțin potrivite pentru unele aplicații), rezistență la lumină relativ slabă în comparație cu compușii electrocromici anorganici pe bază de oxizi metalici.

OXID DE TUNGSTEN (WO₃)

Un oxid de metal care poate fi obținut prin oxidarea metalului greu tungsten cu oxigen pur și prin încălzirea acidului tungstic. Solid la +20°C. Poate fi folosit, de exemplu, ca compus colorant catodic în straturi electrocromice (filme). Reacționează la influența unui câmp electric de curent continuu prin reducerea electrochimică cu preluarea simultană a cationilor de neutralizare a sarcinii (de ex. H⁺, Li⁺), schimbând culoarea de la transparent la albastru. Inversarea polarității inversează schimbarea culorii. Disponibil sub formă de pudră galbenă.

³ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, chiar și de către utilizatorul însuși, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre ridicate (< -40°C până la > +120°C), număr relativ mare de posibile cicluri de schimbare a culorii (> 105), rezistență la lumină relativ bună în comparație cu compușii organici electrocromici pe bază de polimeri, netoxici.

³

----- :

Numai colorarea reversibilă între două etape de oxidare, nu poate forma culori neutre (albastrul este considerat mai puțin potrivit pentru unele aplicații).

OXID DE NIOBIU (Nb₂O₅)

Un oxid de metal care poate fi obținut prin oxidarea niobiului de metal greu cu oxigen pur. Solid la +20°C. Reacționează prin schimbarea de la transparent la maro. Disponibil sub formă de pudră. În prezent, este încercat ca înlocuitor pentru oxidul de tungsten. Altfel ca mai sus. ³ Poate forma o culoare neutră (maro). Altfel ca mai sus.

☐

----- :

Colorare doar reversibil între două etape de oxidare. Altfel ca mai sus.

DERIVAȚI DE STILBEN (C₁₄H₁₂)

Hydrocarburile aromatice cu izomerul formează cis- și trans-stilbene.

³ Prezența pe piață, poate fi utilizat la temperaturi scăzute până la înalte (< -20°C până la >

+100°C).

o -----

Necunoscut.



materiale electrocromice/-optice (EC,EO)> produse

Spre deosebire de materialele electrocromice (EC), materialele electrooptice (EO) s-au comportat relativ bine pe piață. Cristalele lichide se găsesc astăzi în ecrane, de exemplu în televizoare, precum și în straturile electrocromice din sistemele de sticlă.

EC-urile au fost încercate pentru prima dată în afișaje. Pe măsură ce cristalele lichide au apărut în cele din urmă ca materialele mai potrivite, eforturile se concentrează acum asupra filtrelor și oglinzilor comutabile electric, de exemplu pentru protecția solară activă a încăperilor, straturi antiorbire în oglinzile auto și ca cerneluri electronice (e inks), de exemplu ca afișaje în cărți electronice, așa-numita hârtie electronică (e paper).

Următoarele produse realizate din sau care încorporează EC și EO prezintă un interes deosebit pentru aplicații arhitecturale:

Straturi transparente cu compuși organici sau anorganici electrocromici:

SISTEMUL DE STICLA INCORPORAT EC (TEHNOLOGIE DE GESIMAT)

Celule electrochimice de tip 1 constând din două straturi electrocromice diferite de compuși coloranți catodici și anodici (de exemplu oxid de tungsten cu albastru de Prusia), unite între ele cu un strat de electrolit polimer și închise între substraturi de sticlă conductoare electric (2mm x 4mm sau 2mm x 6 mm). În funcție de compușii coloranți utilizați, după aplicarea unui câmp electric de curent continuu se creează două filtre cu culori de transmisie diferite care absorb diferite spectre de radiații ale luminii naturale, iar prin interacțiuni determină efectul general de culoare al sistemului. Inversarea polarității inversează schimbarea culorii. Adâncimea culorii și transparența și, prin urmare, capacitatea de absorbție pot fi controlate electric. Sistemul de sticlă asigură protecția solară activă a încăperilor și poate fi folosit ca sistemele convenționale de sticlă. Dimensiunile maxime ale panourilor fabricate în prezent (demonstratoare de tehnologie) sunt de 120 cm x 80 cm. Produsele actuale sunt pe cale să intre în etapa de producție pilot.

Poate fi utilizat la temperaturi scăzute spre medii (< -20°C până la > +80°C), durată de înlocuire medie spre lungă (aprox. 200 000 de cicluri de comutare, formate mici), necesită o tensiune de comutare relativ scăzută (< 5 V DC), un câmp electric aplicat permanent nu este necesar pentru starea transparentă, potrivit pentru întunecarea încăperii (transmisia luminii, aproximativ 7%, starea oprită, cca. 7%) în mare măsură rezistentă la lumină, poate fi utilizată în apropierea construcției convenționale din sticlă, permițând astfel detalii curate, relativ ușor de utilizat, rezistență la foc adecvată, relativ ieftin de fabricat în comparație cu sistemele de sticlă pe bază de cristale lichide. În rest, în ceea ce privește oxidul de wolfram, albastru prusac deasupra.

Technology by Gesimat: two mounted glass panels with tungsten oxide as the cathodic colouring electrochromic layer in combination with Prussian blue as the anodic colouring electrochromic layer, left glass in the decoloured state, right glass in the coloured state. | Technology by LBL: technology demonstrator of a smart window with an electrically switchable mirror (TMSM); bottom half reflective, top half transparent. | Smart window in different reflective and transparent states. | Technology by Gesimat: electrochromic glass system.

-----';-----
Lipsa prezenței pe piață, se poate realiza doar în cantități mici, costuri mai mari de înlocuire , de ex. geamuri deteriorate, relativ grele, cu costuri de instalare mai mari rezultând, acoperirea electrocromică a marginilor celulelor nu este posibilă, deci este necesară acoperirea marginilor. În rest, în ceea ce privește oxidul de wolfram, albastru prusac deasupra.



Tehnologie de E INK și alții: demonstrator de tehnologie al unui ceas digital flexibil (Citizen). | Demonstratori tehnologici ai afișajelor flexibile din hârtie E INK (LG.Philips LCD, Polymer Vision).

AFFIXE NEFLEXIBILE ȘI FLEXIBILE CU INCORPORARE EC (TEHNOLOGIE PRIN E INK ȘI ALȚII)

Acestea constau din capsule de așchii de pigment alb și negru suspendate într-un lichid limpede, închis între două substraturi conductoare de electricitate (de exemplu, polietilentereftalat (PET), sticlă). Capsulele individuale sunt controlabile electric. Distribuția pigmentului se modifică ca răspuns la polaritatea câmpului electric DC de pe fiecare parte a unei capsule, care, în combinație cu alte capsule, produce culoarea generală a sistemului. Inversarea polarității inversează schimbarea culorii. Sistemul este folosit pentru a afișa grafice și caractere alfanumerice și poate fi utilizat, cu limitări, ca afișajele convenționale. În prezent se află în faza de introducere pe piață.

³ Poate fi utilizat la temperaturi scăzute spre medii ($< -10^{\circ}\text{C}$ până la $> +60^{\circ}\text{C}$, în funcție de componente), durata de viață medie spre lungă (aprox. 200 000 de cicluri de comutare, în funcție de sistem, printre alți parametri), necesită o tensiune de comutare relativ scăzută ($< 50\text{ V DC}$, în funcție de sistem, printre alți parametri), menținerea unei stări permanente nu este necesară pentru a menține un câmp electric.

B-----
Prezență mică pe piață.

Straturi transparente care încorporează compuși organici electrooptici:

SISTEM DE STICLA INCORPORAT EO (PRIVA-LITE, TEHNOLOGIE DE SGG)

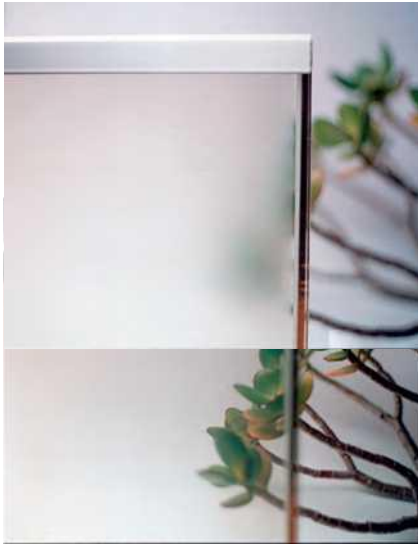
Tip de bază (sticlă laminată) constând din două folii laminate între substraturi de sticlă (2 mm x 5 mm), care sunt unite între ele printr-o peliculă electrooptică de cristale lichide într-o matrice polimerică cu acoperiri conductoare electric (ITO) pe ambele părți. La aplicarea unui câmp electric de curent alternativ, stratul anterior transparent devine translucid (turbiditate alb lăptos) datorită orientării neregulate a cristalelor în stratul de cristale lichide, care apoi poate reflecta sau absorbi diferite spectre de lumină naturală. Cristalele își asumă orientarea obișnuită, iar turbiditatea se elimină atunci când polaritatea este inversată. Transparența și cantitatea de absorbție și reflexie pot fi setate electric. Sistemul de sticlă oferă intimitate activă sau o suprafață de proiecție și poate fi utilizat ca sistemele convenționale de sticlă.

Dimensiunea maximă disponibilă a unui panou este de 300 cm x 100 cm.³

³Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi folosită la temperaturi joase spre medii (-20°C până la $+60^{\circ}\text{C}$), durata mare de înlocuire (peste 15 ani de utilizare), poate fi folosită adiacent construcției convenționale din sticlă, permițând astfel detalii curate, relativ ușor de utilizat, rezistența adecvată la foc. În rest, ca și pentru cristalele lichide de mai sus.

0-----
Este necesară o tensiune de comutare relativ mare (100 V AC, Europa), este necesar un câmp electric conectat permanent pentru starea transparentă, neadecvat pentru încăperile întunecate (transmitanța luminii în starea oprită aprox. 76%), costuri mai mari de înlocuire, de ex. geamuri deteriorate, relativ grele, cu costuri de instalare mai mari, acoperirea electrooptică a marginilor celulelor, nu este necesară și costisitoare pentru fabricarea celulelor. (în prezent cca. 1700 euro/m² până la 2000 euro/m², furnizat și instalat). În rest,

ca și pentru cristalele lichide de mai sus.



Cerințele pentru manipularea și prelucrarea produselor depind de tehnologie și de EC sau EO utilizat. Cu toate sistemele transparente laminate cu sticlă și plastic, suportul nu trebuie să fie suprasolicitat, de exemplu prin compresie, care poate apărea din toleranțe de instalare specificate necorespunzător. De asemenea, nu trebuie lăsat să pătrundă umiditatea în conexiunile electrice. Unele ochelari electrocromi și electrooptici nu sunt potrivite pentru instalarea ca lumini de plafon. În plus, tensiunile specificate nu trebuie depășite.

Produsele utilizate în prezent în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

COLORANTI care încorporează EC (tehnologie prin E INK)

FILME care încorporează EC (tehnologie prin E INK)

FILME care încorporează EC (tehnologie Gesimat)

FILME care încorporează EO (PRIVA-LITE, tehnologie SGG)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

SISTEM DE STICLA care încorporează EC-uri (tehnologie Gesimat)

SISTEM DE STICLA (oglinzi) care încorporează EC (TMSM, tehnologie de LBL)

SISTEM POLIMER care încorporează EC (tehnologie E INK)

SISTEM DE STICLA care încorporează EO (PRIVA-LITE, tehnologie SGG) .



Tehnologie Gesimat: o fereastră cu două batoane cu geam electrocromic. | Perete separator cu sticla electrooptica (PRIVA-LITE): *Burnett* (SGG). | Afișare informativă la EXPO 2005 din Japonia (E INK, TOPPAN-KANBAN). | *opus*: Tehnologie de la SGG: sistem de sticla electrooptica, in stari translucide si transparente.

materiale electracramice/-aptice (ec, eo)> proiecte

Există doar câteva companii în lume care pot produce sticlă electrocromă. Două companii germane sunt FLABEG și Gesimat. Spre deosebire de situația cu sistemele electrooptice, până acum au existat doar câteva aplicații finalizate ale sistemelor electrocromice în Europa, în principal pentru că Gesimat și alte companii nu au încă un sistem electrocromic în producția de serie.

O aplicație finalizată a fost un acoperiș de sticlă accesibil deasupra sălii de lectură principală a Bibliotecii din Dresda, Germania (1996-2002), care a fost proiectat de societatea în comun SLUB și dotat cu geam electrocromic furnizat de FLABEG. Acest geam a fost ulterior înlocuit cu geam convențional.

Următorul exemplu arată că geamurile electrocromice pot fi utilizate și în clădirile vechi. Aici au fost montate două geamuri comutabile cu ajutorul chitului în ramele exterioare ale ferestrei unei ferestre convenționale de cutie din lemn. Obiectivul a fost testarea comportamentului pe termen lung al sticlei în condiții reale de funcționare.

Sistemele electrooptice comutabile devin în prezent din ce în ce mai populare la nivel mondial, în special produsul PRIVA-LITE fabricat de Saint Gobain Glass (SGG). În afară de pereții despărțitori, ușile etc. care au fost fabricați și instalați pentru a asigura separarea optică temporară a părților camerelor, cea mai mare suprafață electrooptică comutabilă învecinată din lume de până acum a fost construită pe o fațadă în Tokyo în 2004.

chanel cinza

Material monosmart | Aplicație Polysmart
Material inteligent care schimbă culoarea și optic:
STICLA ELECTROOPTICA
Material inteligent care emite lumină:
DIODE EMMITĂTOR DE LUMINĂ (LED)
Comunicare și publicitate cu sticla electrooptica

Peter Marino Associates , SUA
Fațadă înaltă | Tokyo, Japonia (2004)

Un nou sediu pentru grupul de modă Chanel a fost finalizat în 2004 în cartierul Tokyo din Ginza. Înălțimea cu zece etaje conține un centru comercial de 1300 m², o sală de concert și un restaurant.

sa afișată de 910 m², care permite clădirii de 56 m înălțime să capete diferite înfățișări pe parcursul zilei, este în prezent singura de acest tip din lume. Este format dintr-un laminat cu mai multe straturi funcționale. Peretele cortină exterior este format din sticlă gri, care, împreună cu structura romboidă din oțel inoxidabil adiacentă, conferă clădirii un aspect elegant, care amintește de modelul de tweed de la Chanel. Urmează un gol și un strat comutabil electrooptic de PRIVA-LITE. Fața internă este formată dintr-o sticlă securizată laminată cu două geamuri întreruptă de șine de aluminiu care rulează orizontal în care sunt integrate un rând dublu de LED-uri albe.

Ziua sticla electrooptică și, prin urmare, întreaga fațadă este comutată în starea transparentă. Vederea în clădire este neobstrucționată. Noaptea, sticla este comutată la opac, iar fațada oferă o suprafață de proiecție pentru cele 700000 de LED-uri, care sunt controlate de trei calculatoare principale de control și 65 000 de microcalculatoare capabile să proceseze un total de peste 32 de trilioane de comenzi pe secundă.

Fațada afișajului poate afișa imagini statice, precum și prezentări video.



Chanel Ginza: fațadă noaptea într-o stare animată. | Vedere generală.



Chanel Ginza: simularea efectelor posibile. |
Construcție de probă din interior.



materiale inteligente care schimbă aderența

Materialele inteligente care schimbă aderența includ materiale și produse care sunt capabile să modifice reversibil forțele de atracție de adsorbție sau absorbție a unui atom sau moleculă a unei componente solide, lichide sau gazoase ca răspuns la un stimul. Acest lucru poate avea loc din cauza efectului luminii, temperaturii, unui câmp electric sau a unei componente lichide și/sau biologice.

În timp ce aderența descrie forțele de atracție dintre atomi și moleculele diferitelor componente, coeziunea este atracția forțelor dintre atomi și moleculele aceleiași componente.

Adsorbția este atașarea unui atom sau a unei molecule a unei componente de o suprafață interioară a unui material sau a unui produs, adsorbantul. Absorbția descrie o includere a unui atom sau a unei molecule a unei componente în volumul liber al unui material și/sau produs, absorbantul. Eliberarea unui atom sau a unei molecule adsorbite sau absorbite anterior este denumită desorbție (vezi materialele inteligente care schimbă materialul, p. 174).

Procesele pot fi, în general, diferențiate ca:

ADEZIUNEA FIZICĂ
Principalele forțe de atracție se datorează adsorbției, legăturii secundare, forțelor van-der-Waals, legăturii electrostatice, legăturii dipolare și legăturii de valență secundară între diferite componente.

ADEZIUNEA CHIMICA
Legătura chimică asigură principalele forțe de atracție între diferitele componente.

ADEZIUNEA MECANICA
Acele forțe de atracție apar în principal din interblocarea, ancorarea sau îmbinarea între diferite componente.

În funcție de stimulul implicat, materialele inteligente care schimbă aderența pot fi diferențiate astfel:

MATERIALE INTELIGENTE FOTOADEZIVĂ
Modificați forțele de atracție de adsorbție sau absorbție ale atomilor sau moleculelor de componente solide, lichide sau gazoase ca răspuns la lumină.

MATERIALE INTELIGENTE TERMOADEZIVĂ
Modificați forțele de atracție de adsorbție sau absorbție ale atomilor sau moleculelor de componente solide, lichide sau gazoase ca răspuns la temperatură.



Exemplu de aderență pe o floare de hibiscus.



*Monte Verde: fațadă cu autocurățare cu TiO_2 . |
Capela de grădină: membrană de construcție cu
autocurățare cu TiO_2 .*

MATERIALE INTELIGENTE ELECTROADEZIVĂ

Modificați forțele de atracție de adsorbție sau absorbție ale atomilor sau moleculelor de componente solide, lichide sau gazoase ca răspuns la un câmp electric.

MATERIALE INTELIGENTE HIDROADEZIVĂ

Modificarea forțelor de atracție de adsorbție sau absorbție a atomilor sau moleculelor de componente solide, lichide sau gazoase ca răspuns la componentele lichide (de exemplu apă).

MATERIALE INTELIGENTE BIOADEZIVĂ

Modificați forțele de atracție de adsorbție sau absorbție ale atomilor sau moleculelor de componente solide, lichide sau gazoase ca răspuns la componentele biologice (de exemplu bacterii).

Materialele plastice termoplastice sunt un exemplu de materiale inteligente care au proprietăți termoadezive puternice. Ele creează o legătură dependentă de temperatură între diferitele componente. Materialele inteligente electroadezive sunt capabile să genereze un câmp electrostatic ca răspuns la un stimul și să se lege reversibil cu particulele ionizate care plutesc în aer, pentru a da un exemplu. Materialele inteligente bioadezive pot fi considerate ca includ bacterii vii pe un strat nutritiv și purtător (de exemplu, agar), care secretă substanțe adezive, de exemplu sub formă de fibre polizaharide, ca răspuns la lumină sau nutrienți.

În prezent, materialele inteligente foto și hidroadezive au o relevanță deosebită în domeniul arhitecturii. Materialele inteligente fotoadezive modifică, de exemplu, unghiul de umectare al componentelor lichide aplicate componentelor solide ca răspuns la lumină. Materialele inteligente hidroadezive includ materiale care generează apă ca răspuns la lumină prin conversie electrică; apa poate acționa ca mediu adeziv între două componente solide. O publicație descrie un mecanism de prindere, care funcționează prin hidroaderență, care este răcit electric de un element Peltier (PE) în așa măsură încât îngheață pentru a forma o legătură fermă la contactul cu textilele îmbibate în apă (vezi [9]). Utilizarea PE-urilor în arhitectură va fi tratată mai detaliat în altă parte (vezi generatoarele moelectrice (TEG), pp. 148 și urm.).

MATERIALE INTELIGENTE FOTOADEZIVĂ
> MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

Proprietățile lor inerente permit produselor pe bază de - materiale fotoadezive să își schimbe reversibil aderența ca răspuns la lumină.

În arhitectură sunt de interes următorul material fotoadeziv și produsele fabricate din acesta:

DIOXID DE TITANIU (TiO_2)



pulbere de TiO_2 .

dioxid de titan (TiO_2) > materiale

Dioxidul de titan (TiO_2) este în prezent compusul cel mai important din punct de vedere tehnic al titanului. Apare în mod natural sub formă de structuri cristaline (descrise și ca modificări) rutil, anatase și brookit. Materiile prime pentru producție sunt un minereu de titan de fier cu numele de ilmenit, un mineral negru strălucitor și rutil, un minereu de titan mai puțin bogat în fier; ambele sunt obținute din mine deschise. TiO_2 este insolubil în apă, solvenți organici, acizi diluați și baze. Este rezistent la lumină și stabil la temperatură (punctul său de topire este la 1855°C).

TiO_2 a fost folosit pentru prima dată ca pigment alb. A fost fabricat în SUA și vândut din 1909 sub numele de Kronos titanium white. În Germania, a fost fabricat din 1924 ca Degea-Titanweiß, la început ca modificare a anatazei și apoi din 1938 sub formă de rutil. Din 1917, TiO_2 a fost produs din ilmenit (minereu de fier de titan) folosind procedeul sulfatului prin adăugarea de acid sulfuric. Din 1958 a fost utilizat și procedeul cu clorură. Aici se adaugă clorul la minereu. Din 1968, TiO_2 a fost folosit și ca aditiv alimentar. După ce a fost descoperit efectul său fotocatalitic, japonezii au avut succes în 1995 în utilizarea TiO_2 în acoperirile de suprafață ceramică. În ultimii ani, Japonia a dezvoltat și hârtie și membrane de construcție cu efecte fotocatalitice. În 2002 a apărut pe piața europeană prima sticlă cu autocurățare cu TiO_2 .

Materialele și componentele utilizate includ:

MODIFICARI

Rutil, anatază

Ambele modificări sunt de interes în arhitectură:

RUTIL

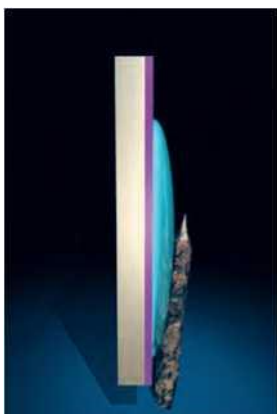
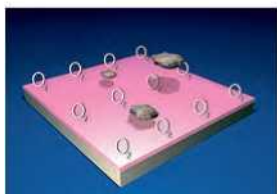
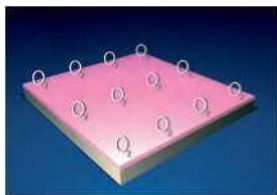
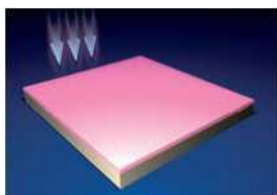
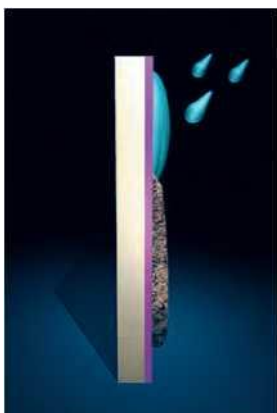
+ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, utilizabilă într-un interval de temperatură relativ mare (< -10°C până la > +80°C), în funcție de materialul sursă aplicat), utilizat în special ca pigment alb și ca fotocatalizator pentru transformarea poluanților și pentru crearea unui efect hidrofob, cu proprietăți de acoperire mai bune în comparație cu modificarea anatazei, neconsumant, netoxic.

- Nu sunt disponibile peste tot, efectele sunt dependente de lumină, doar aproximativ 5% din radiația solară (absorbția radiației < 413 nm lungime de undă) poate fi utilizată.

MODIFICAREA ANATAZEI (CRISTALE TETRAGONALE TiO_2)

+ Folosit ca pigment alb, în special ca fotocatalizator pentru transformarea furnicilor poluante organice și pentru crearea unui efect hidrofob. Altfel ca mai sus.

- Doar aproximativ 5 % din radiația solară (absorbția radiației < 388 nm lungime de undă) poate fi utilizată. Altfel ca mai sus.



Ilustrație a efectului de auto-curățare. | Ilustrație a conversiei fotocatalitice a poluanților organici.

dioxid de titan (TiO_2) > produse

Unul dintre domeniile de succes de aplicare a dioxidului de titan (TiO_2), în special în Japonia și, de asemenea, în Germania, este în hârtia fotocatalitică, care folosește lumina UV pentru a oxida moleculele organice poluante și mirosurile din aer și le transformă în substanțe precum dioxid de carbon și apă. Celuloza din hârtie este higroscopică și adsorb vaporii de apă; prin urmare, produsul nu are proprietăți semnificative de autocurățare. Se preconizează că hârtiile fotocatalitice vor fi dezvoltate în continuare pentru piața europeană, de exemplu ca tapet. În Japonia a fost ocazional încorporat în acoperiri pentru separatoarele de încăperi pentru uz casnic.

TiO_2 poate fi folosit și, cu ajutorul razelor solare, pentru purificarea apei, de exemplu, descompunerea pesticidelor și a reziduurilor farmaceutice. În anii 1970, omul de știință american A. Heller și oamenii de știință japonezi A. Fujishima și K. Honda au descris procesul fotocatalitic astfel: „Când lumina UV lovește suprafața cristalului de anatază de TiO_2 , eliberează electroni încărcăți negativ de pe suprafață, lăsând în urmă găuri încărcate pozitiv. În prezența apei, grupările OH sunt adsorbite pe suprafața TiO_2 . Legătura este atât de puternică încât alte straturi de H_2O de pe stratul monomolecular de OH sunt adsorbite fizic și alte substanțe respinse de la suprafață, creând o suprafață hidrofilă ușor de curățat. Picăturile de apă se răspândesc imediat pe suprafața hidrofilă și formează o peliculă compactă, astfel încât unghiul de contact este foarte scăzut.” (după [10])

diverse produse cu suprafețe realizate din TiO_2 și capabile să își modifice reversibil aderența ca răspuns la lumina UV. Cele mai importante produse dezvoltate în ultimii ani sunt cele în care modificarea anatazei a fost aplicată insolubil folosind procedeul Sol-Gel, de preferință pe suprafețe netede. Primul produs comercializabil a fost dezvoltat în Japonia sub formă de plăci ceramice care aveau proprietăți de autocurățare și erau capabile să descompună gazele poluante. De aici au urmat membrane de construcție, geamuri de sticlă și alte produse pentru diverse aplicații. În plus, există pe piață diverse produse care utilizează TiO_2 exclusiv pentru descompunerea poluanților organici. Prin alegerea componentelor utilizate, produsele nu au proprietăți hidrofile totale dependente de lumină, dar prezintă un efect hidrofob permanent. Siliconii sunt utilizați pentru a obține acest efect în anumite vopsele fotocatalitice pentru fațade. Alte produse similare cu efect fotocatalitic sunt vopselele și tencuielile de interior.



Mai jos sunt descrise câteva produse dezvoltate special pentru utilizări arhitecturale și echipate cu capacitatea de a-și schimba reversibil aderența ca răspuns la lumina UV:

PLACI CERAMICE CU TiO_2

TiO_2 copt , de preferință modificarea anatazei, disponibile în prezent ca plăci de fațadă (de exemplu, cu dimensiunile 592 mm x 284 mm x 15 mm) și ca plăci de perete și podea, pot fi manipulate și utilizate ca plăci și plăci de fațadă convenționale. Sunt destinate utilizării în care proprietățile lor de auto-curățare și capacitatea lor de a îmbunătăți calitatea aerului prin descompunerea poluanților organici sunt importante.

- Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, aplicabilă împreună cu substructurile convenționale de fațadă, în mare parte fără întreținere, durată lungă de înlocuire, rezistente la foc, relativ ieftine în comparație cu plăcile ceramice convenționale. Altfel, ca mai sus pentru modificarea anatazei.

Doar câțiva producători, reactivarea prin curățare suplimentară este necesară acolo unde există o contaminare severă cu murdărie (ex. excremente de păsări, gudron). Altfel, ca mai sus pentru modificarea anatazei.

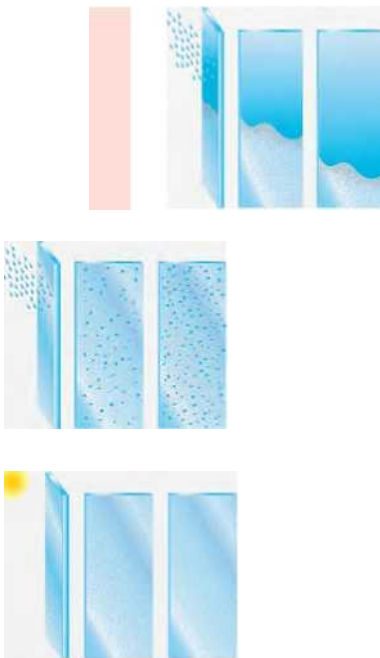
MEMBRANE DE CONSTRUCȚIE CU TiO_2

Membrane textile acoperite complet cu plastic (de exemplu PVC, PTFE) cu o acoperire de suprafață TiO_2 , de preferință modificarea anatazei. Disponibil în rulouri în diferite dimensiuni, în funcție de producător, este necesară tăierea extinsă la formă, poate fi prefabricată pentru a se potrivi cerințelor clientului ca membrane de construcție convenționale, cele mai potrivite pentru utilizare acolo unde este de dorit autocurățarea (nu se cunoaște caracterul adecvat al acesteia pentru îmbunătățirea calității aerului prin descompunerea poluanților organici; eliberarea componentelor volatile din plastic la scurt timp după instalare poate prezenta probleme și la temperaturi ridicate).

- Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată pentru o gamă largă de aplicații și integrată în diverse tipuri de construcție cu membrane, în mare parte fără întreținere, durată lungă de înlocuire. Altfel, ca mai sus pentru modificarea anatazei.

Doar câțiva producători, reactivarea prin curățare suplimentară este necesară acolo unde există o contaminare severă cu murdărie (ex. excremente de păsări, gudron), poate avea un miros de plastic, posibilă eliberare de componente toxice în caz de incendiu. Altfel, ca mai sus pentru modificarea anatazei.

Placi de fatada ceramice cu TiO_2 . | Gresie si faianta cu TiO_2 . | *opus:* Ilustrație care arată efectul de autocurățare: fără TiO_2 . | Fotocataliza cu lumină UV și TiO_2 . | Efect hidrofili ulterior.



Produsele disponibile sau dezvoltate utile în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

GRANULAT FIN (pulbere) TiO₂
(de exemplu, modificarea anatazei)

VOPSELE care conțin TiO₂ (de exemplu, modificarea rutilului, care nu schimbă aderența)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

HÂRTIE care conține TiO₂ (nu schimbă aderența)

PLACI CERAMICE cu TiO₂

MEMBRANE DE CONSTRUCȚIE cu TiO₂

GEAMURI DE STICLA cu TiO₂

GEAMURI DE STICLA CU TiO_2

Geamuri convenționale din sticlă cu o acoperire de suprafață TiO_2 , de preferință modificarea anatazei. Disponibil ca sticlă plată în diferite dimensiuni, în funcție de producător, este necesară tăierea extensivă la formă. Acestea pot fi prefabricate pentru a se potrivi cerințelor clientului ca geamuri convenționale din sticlă. Ele sunt cele mai potrivite pentru utilizare acolo unde este de dorit o autocurățare și îmbunătățirea calității aerului prin descompunerea poluanților organici.

³ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată pentru o gamă largă de aplicații și integrată în tipuri de construcție cu rame și fără cadru, în mare parte fără întreținere, durată lungă de înlocuire. Altfel, ca mai sus pentru modificarea anatazei.

3 ----- : -----

Reactivarea prin curățare suplimentară este necesară acolo unde există o contaminare severă cu murdărie (de exemplu, excremente de păsări, gudron). Altfel, ca mai sus pentru modificarea anatazei.



dioxid de titan (TiO_2) > proiecte

Produsele care încorporează dioxid de titan (TiO_2) cu proprietățile detaliate mai sus au devenit bine stabilite în întreaga lume și în special pe piețele japoneze, europene și americane. Licențele pentru utilizarea tehnologiei bazate în principal pe brevetele companiilor americane și japoneze au fost acordate mai multor producători.

În urma construcției cu succes în Japonia a primei clădiri cu plăci de fațadă care încorporează TiO_2 , în Europa apar acum fațade cu proprietăți fotocatalitice, de autocurățare. Principala țară în care se folosesc membrane de construcție care conțin TiO_2 este încă Japonia, casa dezvoltatorului de sisteme Taiyo Kogyo Corporation, care a limitat acordarea de licențe la mai multe companii din Japonia, precum și din China, Taiwan și Thailanda. Achiziționarea unei companii germane tradiționale înseamnă că membranele și structurile textile cu autocurățare sunt de așteptat să devină mai comune și în Europa.

De la introducerea sa în Europa în 2002, toți producătorii importanți bine-cunoscuți oferă acum un produs de sticlă de autocurățare. Deoarece costul suplimentar este mic în comparație cu sticla float convențională, aceasta a fost deja utilizată în proiecte de către clienți privați și publici. Pe lângă suprafețele mai mici de pe clădiri, tehnologia a fost utilizată pe suprafețe de sticlă relativ mari, complexe, pentru a reduce costurile de funcționare, prin eliminarea rutinelor de curățare care necesită timp și costuri și a platformelor de curățare instalate permanent și pentru a oferi clădirii un aspect neaglomerat, fără accesorii care distrag atenția.

Tehnologie de la Deutsche Steinzeug: plăci ceramice cu TiO_2 . | Tehnologie Taiyo: diverse membrane de construcție cu TiO_2 . | Tehnologia Pilkington: construcție din sticlă cu TiO_2 .

Capela de gradina

Material monosmart Aplicație Monosmart Materiale inteligente care schimbă aderența:
MEMBRANĂ DE CONSTRUCȚIE CU _{TiO2} Suprafețe cu autocurățare

Obayashi Corporation, Japonia
Capelă cu membrană fotocatalitică, autocurățantă |
Hotel Hyatt Regency, Osaka, Japonia (2001)

Membranele pot fi transformate în structuri textile complexe din punct de vedere tehnic și geometric, care pot poseda un farmec estetic deosebit. Dezavantajul anterior a fost că, dacă întreținerea era neglijată sau curățarea nu era efectuată sau era inadecvată, membranele ar deveni inestetice după câțiva ani.

În ianuarie 2001, în grădina unui hotel de lux din Osaka, Japonia, a fost construită o capelă care încorporează o membrană de construcție albă. Suprafața care este expusă ploii a primit un strat de autocurățare care conține _{TiO2}. Structura dublă curbă, portantă, a capelei este deschisă pe două laturi și are patru suporturi. Este îmbrăcat în exterior cu numeroase rânduri de romboizi filigranați legați pe care s-au aplicat aproximativ 50 m² de membrană.

Forma, textura suprafeței și culoarea albă permanentă cu autocurățare a structurii sugerează o rochie de mireasă ușoară care se mișcă în vânt.

Capela de grădină: vedere de noapte și vedere de zi.



monte verde

Material monosmart Aplicație Monosmart Materiale inteligente care schimbă aderența:
MEMBRANĂ DE CONSTRUCȚIE CU <small>TiO2</small> Suprafețe cu autocurățare

Albert Wimmer, AN_architects, Austria
Creștere mare cu autocurățare fotocatalitică
fatada ceramica | Viena, Austria (2004)

Orașul Wienerberg, un cartier nou din sudul Vienei, este locația pentru turnul de apartamente înalt, verde și strălucitor de 77 m al arhitectului Albert Wimmer, Monte Verde, pentru care AN_architects au fost angajați să proiecteze fațada fotocatalitică.

Clădirea cu 182 de apartamente are forma unui cuboid plat care se află la capătul său, cu cuboizi suplimentare mai mici suprapuse individual pe suprafața sa. În timp ce capetele înguste ale turnului din nord și sud au fațade convenționale, laturile cu paralelipede suprapuse orientate spre vest și est au un sistem de fațadă fotocatalitic cu autocurățare.

Plăcile de fațadă din ceramică utilizate aici au o glazură special concepută, albastru-verde, pe care stratul de suprafață „Hydrotect” care conține oxid de titan a fost aplicat prin pulverizare sub formă de lichid transparent și apoi copt.

În corespondență cu caracteristicile acoperirii, fațada este capabilă să utilizeze lumina pentru a forma o suprafață hidrofilă pe care picăturile de apă lovind-o formează o peliculă compactă datorită unghiului lor de contact redus. Orice particule de murdărie, de exemplu rugină sau praf, depuse în aer sunt mai ușor de îndepărtat împreună cu picăturile de apă de ploaie care curg de pe suprafață.

Pe lângă efectul de autocurățare, există și un efect de curățare a aerului care răspunde la lumină datorită oxigenului activat, care este generat de electronii liberi formați la suprafața stratului de acoperire.

Testele științifice au arătat că 1000 m² de suprafață de fațadă acoperită cu fotocatalitic a obținut un efect de curățare a aerului care a fost echivalentul a 70 de foioase de dimensiuni medii. Prorata, fațada ceramică de 6800 m² a Monte Verde ar fi echivalentul a 476 de arbori similari, lăsând deoparte calitățile și funcțiile suplimentare precum producția de oxigen. Pentru unele orașe cu poluare severă a aerului, fațadele din ceramică fotocatalitică ar ajuta la asigurarea faptului că poluarea aerului nu crește, presupunând că suficientă lumină naturală din intervalul corect de lungimi de undă lovește fațadele.





Monte Verde: secțiune de fațadă.

materiale inteligente care emit lumină

Materialele inteligente care emit lumină includ materiale sau produse cu molecule care devin excitate de efectul energiei, de exemplu, efectele luminii sau al unui câmp electric, să emită lumină. Acest lucru se întâmplă ca urmare a faptului că moleculele preiau o stare temporară de energie superioară înainte de a o părăsi din nou, moment în care o parte din energia absorbită este emisă sub formă de radiație electromagnetică vizibilă, fără emisia simultană de radiații termice considerabile. Acest fenomen optic se numește luminiscentă.

În schimb, există și materiale sau produse cu molecule care devin excitate de efectul energiei, de exemplu aplicarea directă sau indirectă a căldurii, și emit căldură și lumină. Aceste molecule preiau o stare temporară de energie mai mare și emit radiații electromagnetice vizibile, dar cea mai mare parte a energiei emise este radiație termică. Aceste materiale nu sunt considerate materiale inteligente și nu sunt tratate în continuare în această carte.

In general terms luminescence can be differentiated as:

PHOTOLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a molecule is excited and emits light due to the effect of light.
ELECTROLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a molecule is excited and emits light due to the effect of an electrical field.
BIOLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a chemical reaction occurs to excite a molecule in a living organism to emit light.
CHEMOLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a chemical reaction occurs to excite a molecule to emit light.
CRYSTALLOLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a molecule is excited due to crystallisation and emits light.
RADIOLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a molecule is excited by the effect of radioactive radiation and emits light.
RADIOPHOTOLUMINESCENCE (THERMOLUMINESCENCE)
An optical phenomenon in which a molecule is excited by the effect of radioactive radiation followed by thermal radiation to emit cold light.
TRIBOLUMINESCENCE
An optical phenomenon in which a molecule is excited by a mechanical effect to emit light.

În prezent, cele mai importante aplicații arhitecturale sunt fotoluminiscenta și electroluminiscenta . În viitorul apropiat, bioluminiscenta și triboluminiscenta vor fi printre cele care vor câștiga în importanță.



Leuchtzimmer: hârtie cu vopsea fluorescentă. | Lost Embryo: fire cu pigmenți fluorescenți.

MATERIALE INTELIGENTE FOTOLUMINESCENTE > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

Materialele și produsele fotoluminiscente pot fi clasificate ca fluorescente sau fosforescente în funcție de proprietățile comportamentului lor luminos în timp.

FLUORESCENȚĂ

Excitarea unei molecule de către lumină, în special prin componenta sa de radiație ultravioletă; trecerea de la starea excitată înapoi la starea fundamentală este însoțită de o emisie de lumină aproape simultană.

FOSFORESCENȚĂ

Excitarea unei molecule de către radiația luminoasă; trecerea de la starea excitată înapoi la starea fundamentală este însoțită de emisie întârziată de lumină.



Pigmenți organici solidi luminoși cu lumină naturală. | Pigment luminos de zi din fluorescen.

fluorescență > materiale

Materialele sau componentele cu o capacitate reversibilă de fluorescență sunt capabile, prin absorbția radiației electromagnetice sub formă de lumină, să emită lumină aproape exact la trecerea de la starea de excitat singlet înapoi la starea fundamentală, într-o perioadă nu mai mare de 10^8 secunde [11],

În funcție de spectrul de lumină utilizabil sau de aplicația particulară, materialele sau componentele fluorescente pot fi împărțite în continuare în:

LUMINĂ DE ZI-MATERIALE SAU COMPONENTE LUMINOASE

Aceste materiale emit lumină în timpul zilei, absorbind componenta ultravioletă invizibilă a luminii zilei și emitând lumină aproape simultan. Acest efect este deosebit de clar pe cer înnorat sau la amurg. Efectul poate fi crescut dacă se folosește o sursă artificială de lumină ultravioletă, în special în încăperi întunecate.

Unele materiale sau componente care luminează lumina naturală includ:

MATERIALE ORGANICE

Fluorescen, rodamină, ciclam, perilenă.

MATERIALE SAU COMPONENTE UV-LUMINOSE

Aceste materiale emit lumină numai atunci când sunt expuse la o sursă artificială de radiații ultraviolete.

Materialele sau componentele care sunt luminoase UV includ:

MATERIALE ANORGANICE

Cristale mixte de sulfură de zinc, sulfură de cadmiu.

MATERIALE SAU COMPONENTE FOSFORESCENTE

Aceste materiale sunt utilizate de exemplu în tuburi fluorescente; ele convertesc lumina ultravioletă generată acolo în lumină albă

Materialele sau componentele utilizate ca fosfor includ:

MATERIALE ANORGANICE

Pământuri rare (ex. oxid de ytriu)

Materialele sau componentele fluorescente includ:

MINERALE
Scheelit (luminescență albastră, galbenă), sodalit, calcit (luminescență portocaliu-roșu), halit.

Materialele de cel mai mare interes pentru domeniul arhitecturii sunt:

FLUORESCEN, RODAMINĂ, CICLAM, PERILEN
Materiale organice pentru fabricarea pigmentilor lumini de zi.
+ Prezența pe piață, se poate realiza în cantități mari, gamă largă de culori, mulți ani de utilizare practică, strălucire și intensitate ridicată a culorii, fără metale grele, non-toxice, gamă versatilă de aplicații; în funcție de tip, rezistență la anumite substanțe chimice și temperaturi ridicate, disponibil și în cantități mici, ieftin.
Rezistența la lumina limitată.

Fluorescence > produse

Prezența pe termen lung pe piață înseamnă că produsele brute, semifabricate și finale au fost dezvoltate și puse la dispoziție comercial pentru o gamă largă de aplicații. Acestea se extind de la pigmenti și vopsele prin materiale compozite, de exemplu hârtie, până la covoare și carcase complexe din plastic.

În arhitectură există un interes deosebit pentru următoarele produse care implică pigmenți organici lumini de zi și pigmenți anorganici luminoși UV, dintre care unii pot fi aplicați direct pe pereți, de exemplu, sau prelucrați în produse suplimentare:

Vopsele care conțin pigmenți organici lumini de zi:

VOPSELE PE BAZĂ DE DISPERSIE LUMINOSĂ-LUMINĂ
Ele pot fi aplicate cu pensula, rola sau spray pe suprafețe precum lemn, plastic, textile, hartie, carton, beton și zidărie.
+ Flexibilitate ridicată, aderență bună.
Rezistența la lumina limitată.
VOPSELE LUMINOASE PE BAZĂ PE VOPSEA DUPĂ COMPONENTE PE BAZĂ DE ACRILAT
Ele pot fi aplicate cu pensula, rola sau spray pe suprafețe precum metal, lemn și sticlă. +
Rezistență bună la sarcini mecanice, aderență bună, foarte rezistent la murdărie, ușor de curățat, rezistență la uzură cu un strat de protecție suplimentar.
Rezistența la lumina limitată



Vopsea luminoasă de zi pe bază de sistem de vopsea bicomponent pe bază de acrilat. | opus: granulat pe bază de poliacril.



Produsele disponibile sau dezvoltate în prezent utile în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

PIGMENTI ORGANICI de ex. fluorescen

PIGMENTI INORGANICI de exemplu sulfura de zinc
sulfura de cadmiu cristale mixte

VOPSELE care conțin pigmenți organici luminoși

VOPSELE care conțin pigmenți anorganici fluorescenți

GRANULATE care conțin fluorescent
pigmenti organici

AȚE cu pigmenți organici fluorescenți

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

HÂRTIE de ex. cu pigmenți organici fluorescenți

FILM de ex. cu cerneluri fluorescente

COVOR de ex. din lână fluorescentă

Pânză de ex. din fire fluorescente

Vopsele realizate din pigmenți anorganici luminoși UV:

LICHIDE UV PE BAZĂ DE ALCOOL

Ele pot fi aplicate pe textile și alte materiale absorbante prin înmuiere.

³Aderență bună.

3 -----

Rezistentă la lumina limitată.

Pentru a asigura o durată lungă de viață a produsului și pentru a îmbunătăți intensitatea culorii, produsele nu trebuie aplicate prea subțire. Culoarele albastru deschis și galben deschis sunt potrivite numai pentru utilizare în interior, deoarece luminesc numai sub lumină ultravioletă artificială. Rezistența la abraziune poate fi crescută prin aplicarea unui strat de protecție suplimentar, de exemplu, un lac transparent.

Granulate din pigmenți organici lumini de zi:

GRANULATE (COMPUȘI) PE BAZĂ DE POLIACRIL

Ele pot fi încălzite și turnate sau turnate prin injecție în diferite forme.

³Dozare precisă, poate fi procesată cu alte granule pe bază de poliacril.

5 -----

Rezistentă la lumina limitată

Fire din pigmenți organici lumini de zi:

Lâna pe bază de poliacril (fir de lână)

Ele pot fi prelucrate manual și la mașină în diverse țesături textile.

³Poate fi prelucrat ca lâna obișnuită și cu alte tipuri de lână.

5 -----

Rezistentă la lumina limitată.

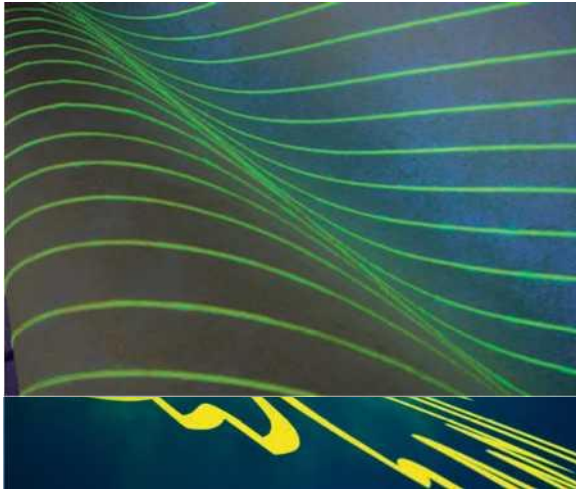
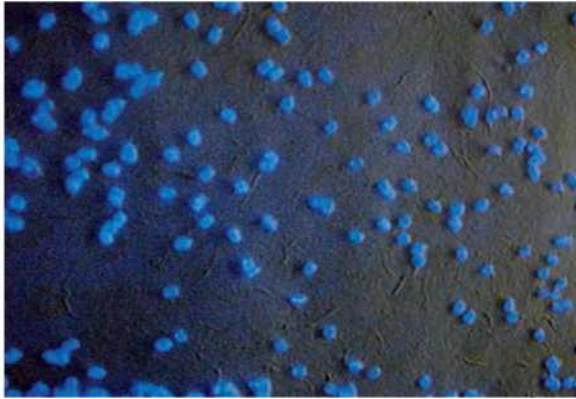
Fire pe bază de poliester (fire de cusut, fire filate)

Ele pot fi prelucrate manual și cu mașină pentru a forma diverse țesături textile și cusături.

³Poate fi prelucrat ca firele obișnuite și cu alte tipuri de fire.

0 -----

Rezistentă la lumina limitată



Hârtie cu granulat fluorescent albastru, hârtie cu fire fluorescente verzi: *UV-Lichtpapier*, Anke Neumann. | Film fluorescent: *Creeping Buttercup*, Ruth Handschin.

fluorescență > proiecte

Produsele fluorescente de interes în aplicații arhitecturale, în special pentru interioare, includ vopselele pe bază de dispersie luminoasă de zi, în special pentru vopselele de pereți pe suporturi de ipsos, și filmele luminoase de zi care pot fi aplicate pe substraturi netede, cum ar fi panouri de uși, gresie, pardoseli, placari metalice etc.

Deoarece acoperirile și placările fluorescente ar deveni albite treptat pe termen lung și acest lucru duce la o pierdere ireversibilă a funcției, ar trebui luate măsuri pentru a reduce expunerea la vârfurile de radiații energetice dăunătoare, atât vara, cât și iarna. Acest lucru se poate realiza prin aplicarea acoperirilor numai în zone protejate sau prin măsuri de construcție, de exemplu, prin utilizarea elementelor selective sau filtrelor permanente care reflectă sau filtrează elementele temporare (filtre) lumina soarelui.

În ultimii ani, unele lucrări impresionante din punct de vedere estetic care explorează tema fluorescenței au fost produse de designeri și artiști.

Desen luminos

Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care emite lumină:

HÂRTIE CU CERNEALĂ FLUORESCĂ

Suprafețe fluorescente ale peretelui

Ruth Handschin , Germania

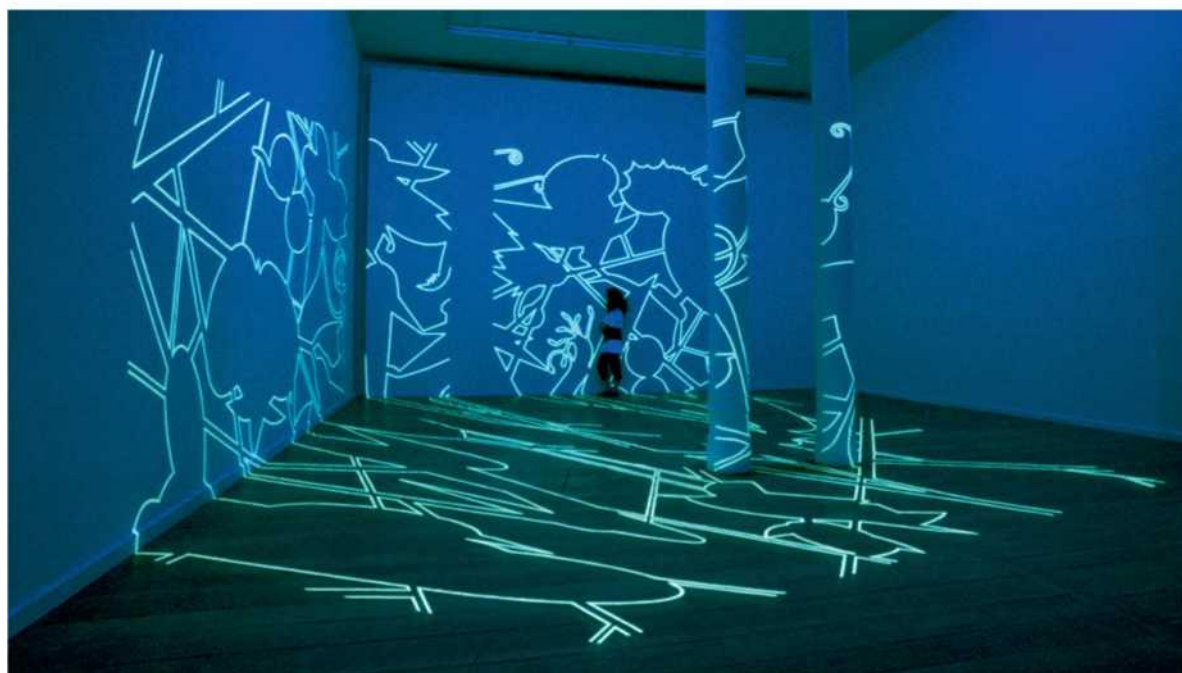
Instalare de lumină | Kunstlerhaus Bethanien, Berlin, Germania (1990)

Instalația ei *Leuchtzeichnung* (Desen luminos), prezentată în 1990 în centrul de artă Kunstlerhaus Bethanien din Berlin, a fost prima operă publică majoră a artistei elvețiene Ruth Handschin. Constând dintr-o încurcătură de linii duble încrucișate cu forme aleatorii încorporate, unele zimțate, altele rotunjite , lucrarea amintește de contururile unei rețele de drumuri populate de organisme asemănătoare insectelor.

Ruth Handschin își descrie munca ca fiind „nocturnă”. Ea a scris despre asta în 1990:

„Palidă ziua, abia vizibilă, (desenul) începe să lumineze la amurg. Mai întâi galben deschis pe gri violet-deschis, apoi mai târziu în întuneric deplin, galben șocant pe albastru-violet. Ochiul uman, supraîncărcat de acest contrast extrem de strălucitor și întuneric, începe să sară de la o linie la alta. Întreaga rețea se ridică de pe podea și de pe pereți.”

Instalația constă din benzi fluorescente de hârtie, care sunt tăiate cu precizie la fața locului, apoi lipite pe doi pereți, două coloane și podeaua sălii de expoziție și excitate de lumina UV. Efectul este distorsionat într-o măsură care depinde de poziția observatorului în cameră și de unghiul de vedere al *Leuchtzeichnung*. Numai atunci când este privit dintr-o anumită poziție, *Leuchtzeichnung* poate fi văzut ca o adevărată suprafață luminoasă bidimensională, nedistorsionată.



Leuchtzeichnung din diferite unghiuri.

DOUĂ CAMERE

Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care emite lumină:

VOPSEA CU PIGMENTI FLUORESCENȚI

Suprafețele ferestrelor fluorescente

Christina Kubisch, Germania

Instalare de lumină | Teatrul Aites Schloss Ettersburg, Weimar, Germania (2004)

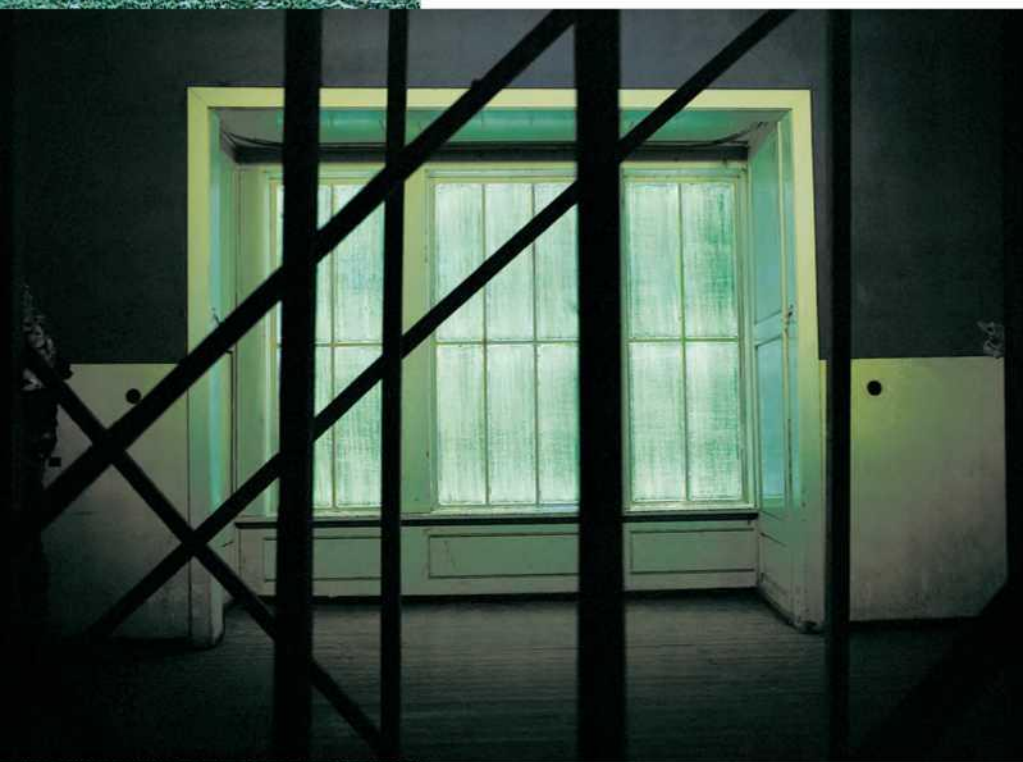
Lângă Weimar, în împrejurimile naturale create de om din unul dintre parcurile în stil englezesc proiectate de Prințul Puckler-Muskau, se află vechile și noi casteluri din Schloss Ettersburg, care au fost folosite în vara anului 2004 ca parte a unui festival nou înființat de artiștii Christina Kubisch și Bernhard Leitner pentru expoziția lor „Zeitverseftzt in Time” (“S”). Având în vedere că castelurile erau situate în imediata vecinătate a lagărului de concentrare Buchenwald și rechiziționate de SS în februarie 1945, intenția a fost de a revigora tradiția culturală acordând atenție acestei istorii particulare.

Pentru una dintre cele trei instalații ale sale, Christina Kubisch a ales o fereastră mare de sticlă, care se afla în spatele scenei unei încăperi folosite anterior ca teatru în aripa de vest a vechiului castel. Inspirat de săli, evenimentele din vremuri anterioare și ideea de a readuce la viață scena pentru o perioadă scurtă de timp, artistul a creat o instalație de lumină și sunet. Ea a aplicat un strat fluorescent special pe geamul mare de sticlă, în trei părți și împărțit prin bare, care avea în fața din spate un coridor puternic luminat; coridor și furnizase inițial o formă de iluminare de fundal. Scopul designului a fost de a crea „straturi fragile de timp”.

Acoperirea, care, privită mai atent, amintește de sticla mată și constă din mai multe glazuri subțiri ca napolitane de pigment fluorescent alb verzui cu un liant nespecificat, a fost aplicată timp de câteva zile pentru a acoperi geamurile individuale de sticlă. Patru lămpi UV, care au fost ascunse astfel încât să nu poată fi localizate de către observator, au fost folosite pentru a activa pigmentul din acoperire. O pânză neagră a fost suspendată peste fața din spate a peretelui, orientată spre coridor, pentru a întuneca scena și camera vizitatorilor.

Împreună cu sunetele unei armonici de sticlă, uneori apărute individual, alteleori suprapuse la intervale neregulate, *Zwei Räume* (Două camere) dă impresia unei „piese de teatru imaginare”, în care suprafața luminoasă este scena și personajele intră sub formă de sunete.

Zwei Räume (Două Camere): detaliu al stratului fluorescent. | Fereastra din fata teatrului din exterior, netratata. | Fereastra din față a teatrului din interior, acoperire fluorescentă.



Embrqo pierdut

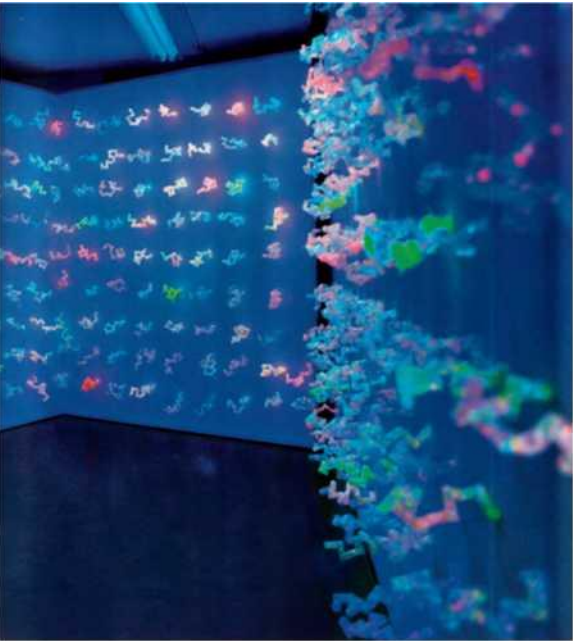
Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care emite lumină:
Fire CU PIGMENTI FLUORESCENȚI
Suprafețe fluoerescnte ale peretelui

EunSook Lee , Germania
Instalare de lumină | Ambasada Republicii Coreea, Berlin și în alte părți, Germania (2003)

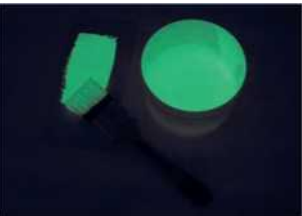
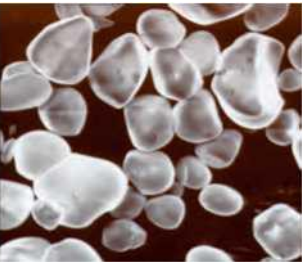
În timpul pregătirilor pentru prima ei expoziție din 1986, artista coreeană EunSook Lee a suferit arsuri grave, care amenințau să-i răpească orice mișcare a mâinii drepte. Traumă provocată de acest eveniment, ea a încercat să-și încorporeze conflictele interioare , anxietățile și durerile în proiectele sale ulterioare.

Cu instalația ei *Lost Embryo*, EunSook Lee a reușit să -și exprime vizual profunzimea sentimentelor și dragostea ei pentru natură într-un mod fantastic.
Lost Embryo, prezentat pentru prima dată publicului în 1999 în Vancou ver, Canada, încearcă să reprezinte artistic interiorul unui pântec supradimensionat. Între 600 și 700 de embrioni sunt simbolizați prin forme tubulare contorte lungi de 20 cm și atașați într-un model de grilă pe toată înălțimea camerei, pereți monocromi la intervale de aproximativ 25 cm. Fiecare formă

tubulară individuală este alcătuită din numeroase fire fluorescente care sunt laminate termic între două benzi transparente de poliester și îmbinate împreună pentru a forma tuburi tridimensionale contorte . Acest lucru creează zone în care firele fluoerescnte sunt suprapuse de materialul poliester și alte zone în care firele nu sunt laminate și, prin urmare, sunt complet expuse. Utilizarea diferitelor culori pentru fire și benzi de poliester, excitate de tuburile lungi de iluminare ultravioletă atașate de tavan, creează un joc fascinant de formă și culoare.



Embrion pierdut: vedere generală. | Detaliu fire fluoerescnte în structurile tubulare.



Cristale de aluminat alcalino-pământos. | Vopsea fosforescentă ziua și noaptea. | Granulat (compus) și un profil de plastic pe bază de poliacril produs din acesta.

fosforescenta > materiale

Spre deosebire de fluorescență, fenomenul optic de fosforescență în materiale sau componente implică o anumită luminescență ulterioară. Acest lucru are loc atunci când o moleculă absoarbe lumină și emite din nou lumină în timpul tranziției de la o stare de triplet excitat la starea fundamentală pe o perioadă mai mare de 10^{-8} secunde ([11]). Materialele sau componentele care au această capacitate de a emite lumină în mod persistent sunt descrise ca fosfori.

În funcție de durata procesului de luminescență post-luminoasă, materialele sau componentele fosforescente pot fi diferențiate în:

MATERIALE SAU COMPONENTE FOSFORESCENTE

Aceste materiale luminesc pentru un timp relativ scurt și au doar o ușoară sensibilitate la excitare.

Unele materiale sau componente fosforescente sunt:

MATERIALE SAU COMPONENTE ANORGANICE

Cristale de sulfură de zinc, cristale de sulfură de magneziu.

MATERIALE SAU COMPONENTE FOSFORESCENTE PERSISTENT (ATERGLOWS)

Aceste materiale luminesc pentru o perioadă de timp relativ lungă și au o sensibilitate ridicată la excitație.

Unele materiale sau componente persistent fosforescente sunt:

MATERIALE SAU COMPONENTE ANORGANICE

Pământuri rare (de exemplu, cristale de aluminat alcalino-pământos)

Materialele fosforescente includ, de asemenea:

MINERALE

Lapis Solaris („fosfor bolognic”)

Deoarece aceste materiale sau componente absorb radiația ultravioletă conținută în lumina zilei și o emit sub formă de lumină, luminescența poate persista, cu suficientă excitare, chiar și în zilele în care nu are loc nicio excitare suplimentară sau este doar inadecvată. Acesta este cazul în special pentru cristalele de aluminat alcalina pământesc.



Blocuri de sticlă fosforescentă (Veluna). |
Placi de sticlă fosforescentă (Onda) ziua și
noaptea.

Următoarele sunt în prezent de interes pentru arhitectură:

CRISTALE DE SULFURĂ DE ZINC, CRISTALE DE SULFURĂ DE MAGNEZIU

Aceste materiale sunt excitate de lumina naturală și artificială și de radiațiile provenite de la substanțe radioactive. După încetarea excitației, lumina scade la 10% sau mai puțin din valoarea sa inițială în 20 de minute.

° Prezență pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, strălucire și intensitate ridicată a culorii, timp de excitare foarte scurt (câteva minute), strălucire lungă (câteva ore), fără substanțe radioactive, fără pigmenți de plumb sau crom, gamă versatilă de aplicații; în funcție de tip, rezistență la anumite substanțe chimice și temperaturi ridicate, disponibil și în cantități mici, ieftin în comparație cu cristalele de aluminat alcalino-pământos.

B -----
Rezistentă la lumina limitată.

CRISTALE DE ALUMINAT ALCALIN PĂMÂNT

Aceste materiale sunt excitate de lumina naturală și artificială și de radiațiile provenite de la substanțe radioactive.

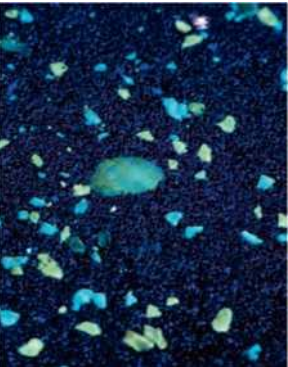
° Prezență pe piață, strălucire și intensitate a culorii foarte ridicate, timp scurt de excitare, strălucire foarte lungă (câteva ore), gamă versatilă de aplicații, rezistență la anumite substanțe chimice și temperaturi foarte ridicate, disponibile în cantități mici.

B -----
Scump în comparație cu cristalele de sulfură de zinc sau cu cristalele de sulfură de magneziu.

fosforescenta > produse

Primele produse fosforescente au fost ceasuri și instrumente care au fost folosite în principal de armată. Cadranelor și mâinilor li s-a aplicat un strat luminos care conținea în mod normal substanțe radioactive. Până în 1950 acesta a fost în principal radiu-226, în timp ce din 1950 s-au folosit stronțiu-90 și ytriu-90 mai ieftine, ceea ce a dus la plângeri la încheietura mâinii din cauza radiațiilor beta. Astăzi, pentru fabricarea produselor fosforescente se folosesc cristalele de sulfură de zinc, sulfură de magneziu și aluminat alcalino-pământos menționate mai sus. Au fost dezvoltate pentru o gamă largă de aplicații și sunt produse mature pe piață.

În arhitectură, există un interes deosebit pentru următoarele produse care implică pigmenți anorganici fosforescenți, dintre care unii pot fi aplicați direct pe pereți, de exemplu, sau care pot fi prelucrați în alte produse:



Currently available or developed products useful in architecture include:

RAW OR END PRODUCTS

- INORGANIC PIGMENTS from e.g.
zinc sulphide crystals
- PAINTS containing phosphorescent inorganic pigments
- GRANULATES containing phosphorescent inorganic pigments
- THREADS containing phosphorescent inorganic pigments

INTERMEDIATE OR END PRODUCTS

- PAPER with e.g. phosphorescent inorganic pigments
- FILMS with e.g. phosphorescent inorganic inks
- CONCRETE with e.g. phosphorescent inorganic pigments
- GLASS with e.g. phosphorescent inorganic pigments
- PLASTICS with e.g. phosphorescent inorganic pigments (e.g. polycarbonate panels)
- FABRICS with e.g. phosphorescent threads
- FABRICS incorporating metal with e.g. phosphorescent threads

Vopsele care conțin pigmenți anorganici fosforescenți:

VOPSELE PE BAZĂ DE DISPERSIE FOSFORRESCENTĂ
Ele pot fi aplicate cu pensula, rola sau spray pe suprafete precum lemn, plastic, textile, hartie, carton, beton si zidarie.
Flexibilitate ridicată, aderență bună. Rezistenta la lumina limitata.
VOPSELE FOSFORRESCENTE PE BAZĂ PE VOPSEA DUBĂ COMPONENTE PE BAZĂ DE ACRIL
Ele pot fi aplicate cu pensula, rola sau spray pe suprafete precum metal, lemn si sticla. ³ Rezistență bună la sarcini mecanice, aderență bună, rezistență bună la murdărie, ușor de curățat, rezistență la uzură cu un lac de protecție suplimentar Rezistenta la lumina limitata.

Recomandări generale de utilizare:

Efectul luminos depinde nu numai de pigmentul folosit, ci și considerabil de concentrație, suprafața de aplicare, grosimea stratului și culoarea suportului. Rezistența la abraziune a vopselei poate fi sporită prin aplicarea unui lac de protecție transparent.

FILME
Laminat care cuprinde un grund alb, stratul fosforescent și un strat de finisare transparent stabilizat la UV.
<div><div></div></div>
Poate fi utilizat în intervale de temperatură scăzută până la medie (-40°C până la +80°C), disponibil în diferite intensități luminoase și grosimi de peliculă.
Rezistență limitată la lumină (exterior), alegere limitată a culorii (predominant verde).

Granulate care conțin pigmenți anorganici persistent fosforescenți:

GRANULATE (COMPUȘI, LOTURILE MASTER ENCAPSULATE) PE BAZĂ PE ACETAT DE POLIETIL VINIL
Ele pot fi încorporate în diverse materiale termoplastice, cum ar fi PE, PP PVC, PES, ABS, PA, PC, PMMA, duroplastice precum PES, PUR și materiale plastice amino și încălzite pentru turnare sau turnare prin injecție în diferite forme. Sensibilitate ridicată la excitație, persistență foarte lungă, poate fi utilizată în intervale de temperatură scăzută până la medie (-40°C până la +80°C), în mare parte rezistentă la lumină (exterior), dozare precisă, poate fi procesată cu alte granulate pe bază de termoplastic.
Alegere limitată de culoare (predominant verde).

Formele tridimensionale complexe, care ar putea prezenta un interes deosebit în placarea pereților, pot fi fabricate folosind compuși sau loturi principale care pot fi încălzite.



Acoperire trotuar cu fragmente de sticlă fosforescentă și alte componente luminescente: *Maya Mountain Street*, Kobe, Kirakira-Komichi. | Hârtie cu pigmenți verzi fosforescenți: *Phos-Licht-Papier*, Anke Neumann. | *opus*: Pavaj fosforescent.

Fire cu pigmenți anorganici fosforescenți:

Lâna pe bază de poliacril (fir de lână)

Ele pot fi prelucrate manual și cu mașină în diverse țesături textile.

³ Poate fi prelucrat ca lână obișnuită și cu alte tipuri de lână.

3-----

Rezistența la lumina limitată.

Fire pe bază de poliester (fire de cusut, fire filate)

Ele pot fi prelucrate manual și cu mașină pentru a forma diverse țesături textile și cusături.

³ Poate fi prelucrat ca firele obișnuite și cu alte tipuri de fire.

5-----

Rezistența la lumina limitată.

Cu fire adecvate, pot fi fabricate țesături textile fosforescente precum perdele, rulouri, jaluzele verticale, acoperiri de pereți sau separatoare de cameră. Firele de lână pot fi utilizate, de exemplu, în covoare, scaune sau tapetări textile.

fosforescenta > proiecte

Vopselele fosforescente sunt în prezent utilizate în principal în arhitectură pentru aplicații legate de siguranță, cum ar fi marcarea căilor de evacuare cu săgeți direcționale sau ca ajutor pentru vizibilitate pe marginile din față ale scărilor. Prin utilizarea materialelor și produselor adecvate în proiectele lor, de exemplu în instalații spațiale, artiștii și din ce în ce mai mulți designeri și arhitecți confruntă publicul larg cu mai mult decât aplicațiile convenționale.

Cameră Luminoasă

Materiale Polysmart | Aplicație Monosmart

Materiale inteligente care emit lumină:

VOPSEA CU PIGMENTI FLUORESCENTI SI FOSFORESTI

Suprafețe fluorescente și fosforescente pentru pereți, tavan și podea

Ruth Handschin , Germania
Instalare de lumină | Hotel Teufelhof, Basel, Elveția (1994)

La Hotelul Teufelhof din Basel, Monica și Dominique Thommy-Kneschaurek caută să ofere oaspeților o experiență gastronomică și culturală. Pe lângă zona de gastronomie există un teatru, un „hotel galerie” și un „hotel de artă”. În aceasta din urmă, fiecare dintre cele opt camere este

transformată într-o operă de artă. Camerele sunt complet - redese approximate la fiecare trei ani. Pentru reproiectarea din iulie și august 1994, artista Ruth Handschin a furnizat uneia dintre camere diferite desene luminoase, transformând-o într-un *Leuchtzimmer* (Camera Luminoasă).

Desenele au fost create folosind un amestec de pigmenți fluorescenți și fosforescenți, care au fost aplicați ca vopsea cu

un liant acrilic în linii subțiri pe tavan, perete și podea. Motivele de format mare înfățișează contururile frunzelor și se extind pe mai multe suprafețe. Prin adăugarea diferitelor tipuri de pigmenți luminescenți, motivele emit lumină atât ziua, cât și noaptea. Ei folosesc radiațiile ultraviolete conținute de lumina naturală peste zi, iar noaptea renunță, după o întârziere , la lumina naturală și/sau artificială absorbită în timpul zilei.



Leuchtzimmer: desene luminoase în timpul zilei. | Desene luminoase noaptea.

Filigree wallpaper



Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care emite lumină:

VOPSEA (SOLUȚIE DE ZAHĂR) CU PIGMENȚI FOSFORESTENȚI

Suprafața peretelui fosforescent

Juliet Quintero, Marea Britanie

Tapet luminos | Marea Britanie (2004)

„Totul în jurul ei era diferit. Casa, țara, oamenii. Ea intrase într-o lume de basm care avea să devină din ce în ce mai reală pentru ea”.

Alice în Țara Minunilor a fost tema de design neobișnuită a Julietei Quintero, care în 2004 a studiat cu Jonathan Hill la Bartlett School of Architecture, UCL, Londra. La fel de neobișnuit era și materialul care urma să contribuie la transformarea - operei ei, care se numea „Casa Alicei”: zahăr. Tot ceea ce era posibil în „Casa Alicei” urma să fie făcut integral sau parțial din zahăr: pereții, tapetul, geamurile de sticlă, draperiile, oglinda. Era de lăsat să se schimbe în timp în ceața, smogul, ploaie și/sau lumină londoneze și în acest fel suferă o transformare. În locul materialelor de construcție tradiționale, piatra artificială a fost făcută din zahăr caramelizat, iar sticla din zahăr invertit. Perdelele au primit mai multă materialitate prin rigidizare și astfel au devenit mai imediate. Acest lucru a fost realizat prin umplerea materialelor cusute pentru perdele cu zahăr, care a fost apoi cristalizat prin umezire și uscare.

Tapetul filigran se bazează pe un design de tapet de William Morris. Vopseaua era o soluție de zahăr făcută din albuș de ou amestecat cu zahăr pudră regal, apă fierbinte și pigmenți fosforescenți, care a fost aplicată pe o foaie de sticlă urmând modelul tapetului. Contrar așteptărilor, adăugarea de pigmenți și componenta de albuș de ou nu a avut niciun efect de stabilizare a umidității. Componenta de zahăr nu și-a pierdut proprietatea higroscopică inerentă, ceea ce înseamnă că vopseaua a rămas extrem de sensibilă, astfel încât *hârtie de perete Filigree* este potrivită în principal pentru interioare și vopseaua pentru aplicare în interior.

Pe de altă parte, proprietățile pigmenților fosforescenți adăugați au fost păstrate cu succes: *Filigree Wallpa per* luminesced după 15 minute de excitare cu lumina naturală.

Tapet în filigran ziua și noaptea.



TACI luminile de noapte

Material monosmart | Aplicație Monosmart

Material inteligent care emite lumină:

TESTURĂ MIXTA CU AȚE FOSFORICE

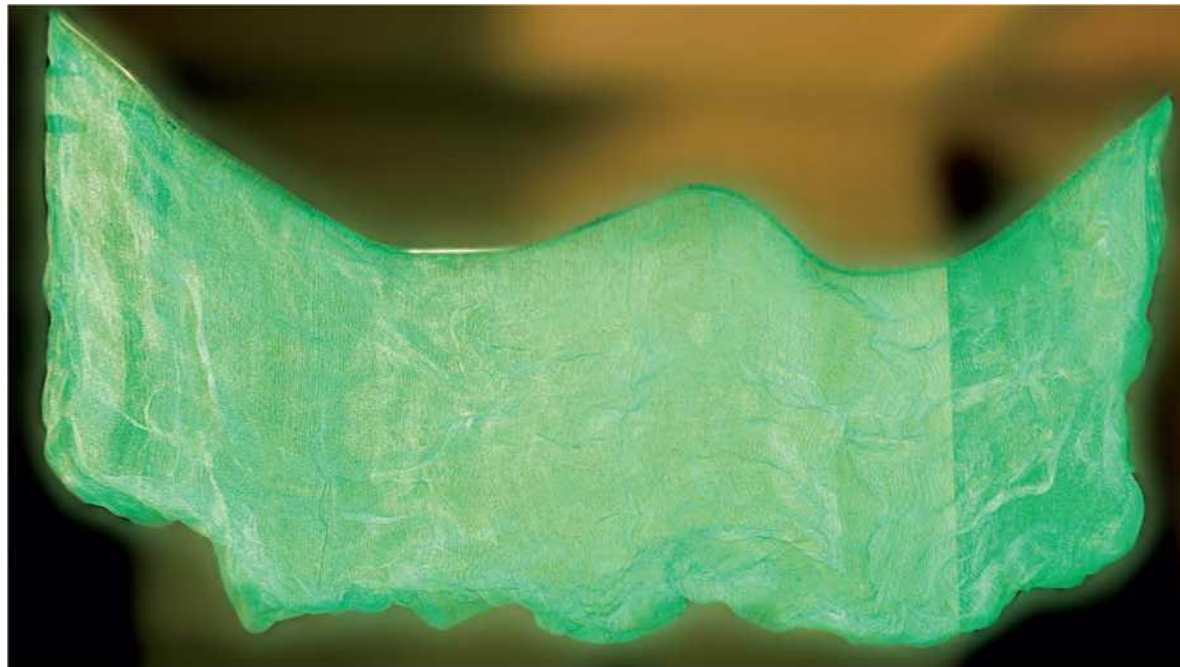
Lumini fosforescente, separatoare de cameră și perdele

Hannaliisa Hailahti , Finlanda

Țesătură luminoasă | Finlanda (2005)

Designerul finlandez Hannaliisa Hailahti a dezvoltat o țesătură fină luminoasă realizată din fire reflectorizante fosforescente și argintii metalice. Designerul a căutat o viziune pentru elementele de iluminat autonome din punct de vedere energetic, cu scopul de a crea o atmosferă nocturnă mai atrăgătoare și de a permite mișcarea în siguranță în jurul casei pe timp de noapte, fără utilizarea unor surse de lumină suplimentare; în același timp dorea să evite întunericul total.

În întuneric, lumina emisă de firele fosforescente este reflectată de firele metalice adiacente pentru a spori efectul luminos. Rigiditatea la încovoiere a metalului permite ca materialul să fie format manual în diferite forme. În funcție de croiala și dimensiuni, acest tip de țesătură poate fi folosit ca lumini, separatoare de încăperi sau perdele.



Shush ca un separator de cameră desfăcut noaptea și închis ziua. | *Shush* ca sursă luminoasă.

MATERIALE ELECTROLUMINESCENTE SMART > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

Fenomen optic în care o moleculă emite lumină datorită efectului electronilor într-un câmp electric.

Pe baza stadiului actual de dezvoltare, electroluminescența poate fi diferențiată după cum urmează:

ELECTROLUMINESCENȚA DE INECȚIE

ELECTROLUMINESCENȚA PULBEREI

ELECTROLUMINESCENȚA PE FILM SUBTIRE

ELECTROLUMINESCENȚA PE FILM GROS

ELECTROLUMINESCĂ POLIMERI/MOLECULE MICI

Materialele și produsele din domeniul electroluminescenței prin inecție, film groase și polimer/molecule mici sunt analizate în detaliu mai jos. Acestea din urmă se află în prezent în faza de introducere pe piață.

injecție electroluminescentă l diode luminoase (LED) > materiale

Electroluminescența prin injecție este principiul fundamental din spatele surselor de lumină semiconductoare, cum ar fi diodele emițătoare de lumină (LED), în care purtătorii de sarcină sunt introduși din exterior printr-un așa-numit curent de injecție și lumina este emisă prin recombinarea electronilor și a găurilor.

Arseniura de galiu dopată acționează ca material luminiscent în LED-uri. Este înglobat între doi electrozi care sunt încapsulați de plastic transparent la lumină pentru a-i separa de mediul înconjurător. Multă vreme au fost disponibile doar LED-uri roșii, galbene și verzi, dar odată cu dezvoltarea LED-urilor albastre, care a extins doar recent gama de culori posibile de lumină, acum chiar și LED-urile albe pot fi produse prin combinații de diferite culori de lumină.

Omul de știință francez Georges Destriau a descoperit electroluminescența (EL) încă din 1936. Cu toate acestea, a rămas în laborator până la sfârșitul anilor 1960. Scopul a fost dezvoltarea unei alternative la becurile incandescente ca sursă de lumină; acesta nu a fost un succes inițial.

Materialele sau componentele electroluminescente din domeniul electroluminescenței prin injecție includ:

COMPUȘI ANORGANICI

Arseniură de galiu dopată, alți compuși de galiu.

Următoarele sunt în prezent de interes pentru arhitectură:

ARSENIDA DE GALIU DOPAT

Acest semiconductor este dopat cu diferite metale. Metoda folosită pentru producție, creșterea cristalelor, este costisitoare.

³Prezența pe piață, mulți ani de utilizare practică, strălucire ridicată și intensitate a culorii, în versiunea sa încapsulată fără substanțe toxice, gamă versatilă de aplicații; în funcție de tip, rezistență la anumite substanțe chimice și temperaturi ridicate, disponibil și în cantități mici.

☐ -----:-----

Fabricat doar de câteva fabrici specializate, număr limitat de culori deschise disponibile.



LED-uri cu putere mare de 2 W | LED-uri multiple RGB. | LED-uri de mare putere cu lentile optice. | Aranjament complex de surse de lumină formate cu mai multe LED-uri pentru o mașină. | Lampă cu LED de mare putere. | LED color la cerere. | *opus*: LED-uri în carcasă din plastic (Solarbrick). | LED-uri din sticlă. | Fațadă cu LED-uri în carcase din plastic în combinație cu celule solare: Coreea de Sud. | LED-uri din plasă metalică (Mediamesh) | Fațadă înaltă cu LED-uri în și înaintea de plasă de oțel inoxidabil (Mediamesh și Illumesh): proiect de Benjamin Romana.

injecție electroluminiscentă l diode emițătoare de lumină (LED) > produse

Prima utilizare a diodelor emițătoare de lumină (LED) a fost în dispozitivele electronice, unde timp de mulți ani au fost utilizate pentru controlul funcțiilor și afișarea datelor operaționale. Astăzi, scopul este de a restricționa numărul de LED-uri în aplicațiile în care anterior a fost utilizat un număr mare de LED-uri, cum ar fi în mașini, care aveau adesea până la 200 de LED-uri. Acest lucru se realizează prin utilizarea unei singure surse de lumină centralizate sau a câtorva surse de lumină centralizate cu cabluri flexibile de fibră optică conectate pentru a ilumina diferitele poziții.

Într-o manieră similară cablurilor cu fibră optică, pentru iluminare sunt utilizate panouri de sticlă sau plastic transparent, de exemplu PMMA; cu aceste tehnici LED-urile atașate la fețele de capăt își direcționează lumina către fețele principale ale panourilor. Acest aranjament evită orice impresie de surse de lumină punctiforme, ceea ce ar fi cazul LED-urilor încorporate în fețele panoului principal. Luând o abordare inversă, prin aranjarea densă a LED-urilor în fața principală în raport cu distanța de vizualizare și având controlul individual al fiecărui LED, combinațiile de diverse culori de LED pot produce secvențe de film colorate sau chiar albe în mișcare comparabile cu imaginile de televiziune. În ultima vreme, această aplicație a devenit din ce în ce mai populară ca înlocuitor pentru imaginile mari proiectate convenționale, de exemplu în domeniul divertismentului.

În funcție de diferitele lor clase de ieșire, LED-urile pot fi clasificate astfel:

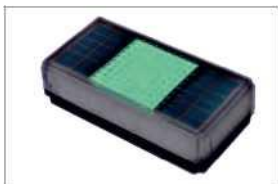
LED STANDARD

Aceste LED-uri pot fi lipite sau introduse în plăci de circuite sau prinse sau înșurubate pe substraturi conductoare electrice, cabluri etc.

- Durată de viață relativ lungă de înlocuire, consum de energie relativ scăzut, gamă versatilă de aplicații, în general rezistente la anumite substanțe chimice și temperaturi ridicate, disponibile și în cantități mici, relativ ieftine.

Nu există posibilitatea de a ilumina zonele, număr limitat de culori de lumină disponibile.

Dacă este necesar, efectul luminos poate fi mărit prin folosirea lentilelor etc. Acolo unde există spațiu limitat pentru instalare, în fața LED-urilor poate fi plasată sticlă de transmisie a luminii sau plastic de diametru mic. LED-uri speciale sunt disponibile pentru utilizare în exterior.



Produsele disponibile sau dezvoltate în prezent utile în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

LED-uri STANDARD

LED-uri DE IEȘIRE ÎNALTĂ

LED-uri multiple RGB

LED-uri CULOARE LA CERERE

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

STICLA cu LED-uri

STICLA cu LED-uri în combinație cu celule solare

TESATURA METALICĂ cu LED-uri

TESTURĂ PLASTICĂ cu LED-uri

LED DE IEȘIRE MARE

Deoarece au fost dezvoltate pentru o gamă largă de aplicații, sunt disponibile cu un număr de tipuri diferite de conexiune. Ele pot fi utilizate în arhitectură oriunde este necesară o putere de lumină ridicată și este disponibilă energia electrică necesară.

³ Poate furniza de până la 100 de ori puterea de lumină a LED-urilor standard.

a ----- ; -----
Nu poate fi folosit peste tot, relativ scump.

Mai multe LED-uri sunt combinate într-o singură unitate pentru anumite aplicații. Acestea pot fi furnizate în module, clustere etc. și echipate cu lentile optice pentru combinarea luminii emise, de exemplu.

injecție electroluminiscentă | diode emițătoare de lumină (LED) > proiecte

Diodele emițătoare de lumină (LED) standard găsesc o utilizare din ce în ce mai mare în arhitectură. LED-urile ultraplate integrate în geamuri de sticlă care pot fi alimentate cu energie electrică prin căi de cablu aproape invizibile sunt folosite pentru iluminarea balustradelor transparente, balustradelor, separatoarelor etc.

Hotel Habitat H&R

Materiale Polysmart | Aplicație Monosmart

Materiale inteligente care emit lumină:

TESSA METALICĂ CU LED, CELELE SOLARE

Culoarea și lumina se modifică în funcție de lumină și software

CLOUD 9, Spania

Fațadă cu perete cortină ușor-cinetic | Hotel Habitat H&R, Barcelona, Spania (2007)

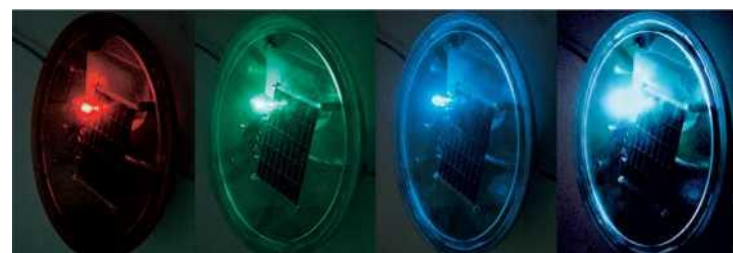
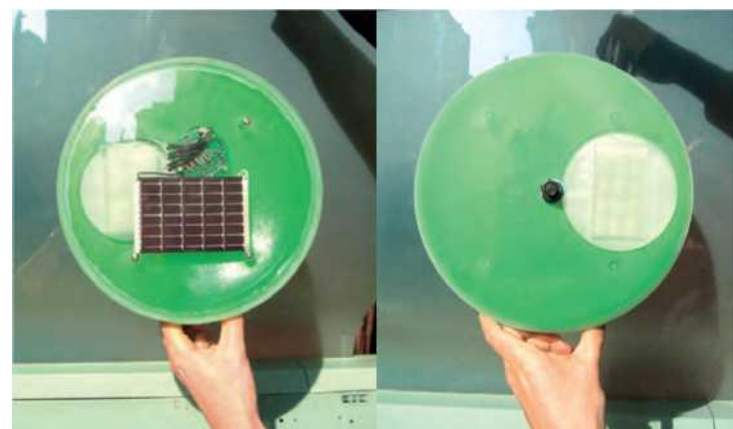
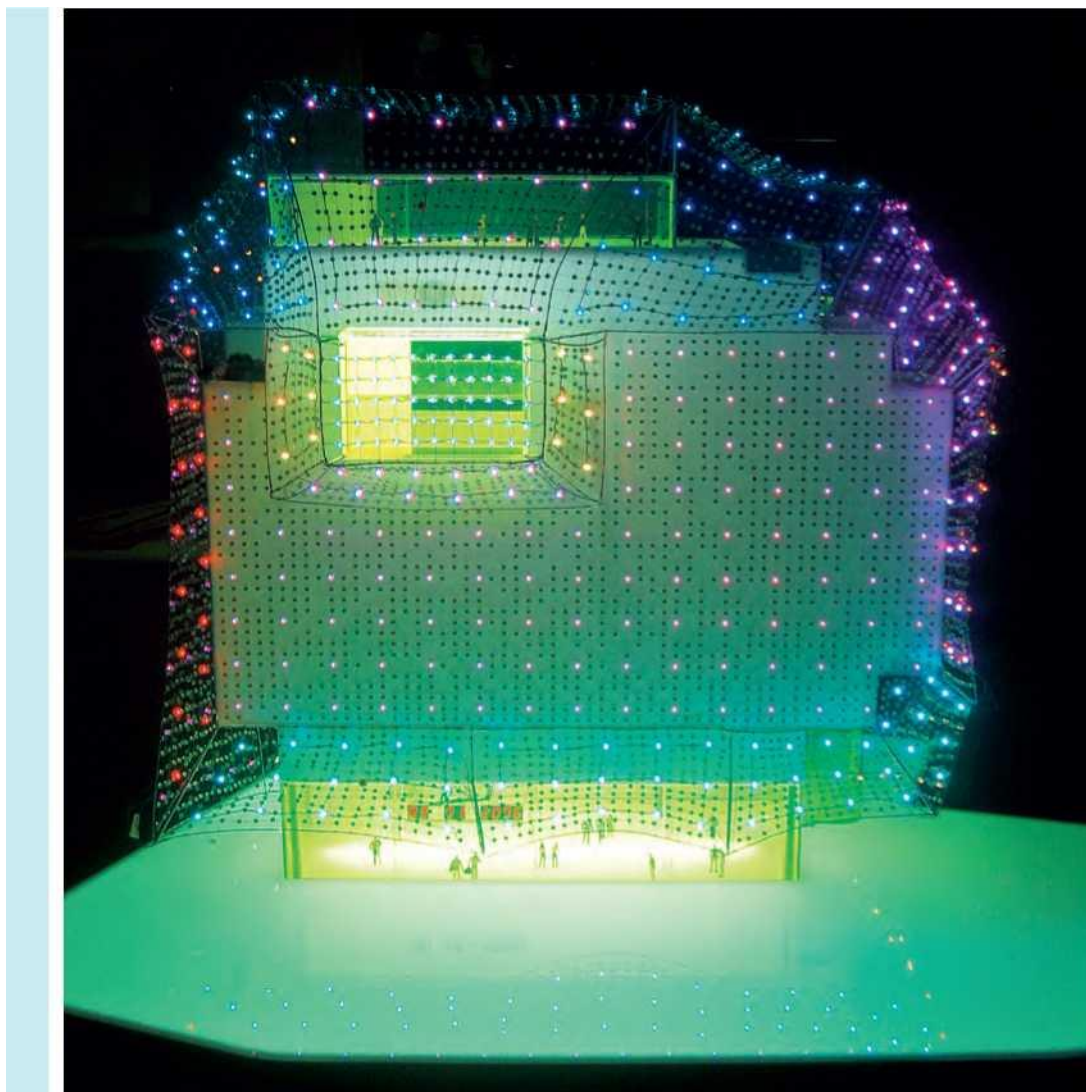
„Camera ta într-un copac” este conceptul unui nou hotel care urmează să fie finalizat în cartierul Hospitalet din Barcelona până în 2007. Viitorii oaspeți și personalul se vor bucura de beneficiile unei păduri artificiale de frunze care formează pielea exterioară a noului *Hotel Habitat H&R*. Clădirea, proiectată de arhitectul spaniol Ruiz-Geli și CLOUD 9 al acestuia, constă într-o practică - simplă cu alți parteneri comerciali de înaltă sticlă, care este acoperit cu o plasă de oțel inoxidabil pe care sunt atașate o multitudine de frunze artificiale cu electronică.

Așezate la o distanță de 57 cm una dintre ele, fiecare dintre aceste frunze cu diametrul de 5000 de 25 cm este prevăzută cu o celulă solară. Curentul electric creat în timpul zilei este stocat temporar într-un acumulator și direcționat noaptea către unul, două sau trei LED-uri RGB de către un procesor (CPU). Procesorul analizează starea de încărcare a acumulatorului și consumul de energie al LED-urilor și controlează în mod corespunzător durata de iluminare pentru unul, două sau trei LED-uri. Prin utilizarea combinațiilor de LED-uri, pot fi create un total de șapte culori: pe lângă culorile standard roșu, verde și albastru obținute prin pornirea LED-ului unic corespunzător în fiecare caz, combinațiile a două LED-uri produc culorile magenta, galben și cyan, în timp ce pornirea tuturor celor trei LED-uri dă o lumină albă.

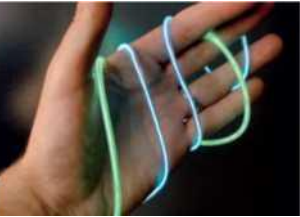
În funcție de anotimp și de condițiile energetice, noaptea pielea clădirii se va schimba automat, îmbrăcând haine iluminate de diferite culori.

Hotel Habitat H&R: ilustrație de vedere generală.





Hotel Habitat H&R: model iluminat. | Vedere parțială a modelului. | Prototip de frunză artificială cu celulă solară, LED-uri RGB, procesor și acumulator. | Culoarea de bază ale frunzelor artificiale (roșu, verde, albastru și alb).



electroluminiscentă film groasă | materiale electroluminiscente (EL) > materiale

Electroluminiscenta cu peliculă groasă este un posibil principiu de funcționare pentru, în majoritatea cazurilor, sursele de lumină plate realizate din material electroluminiscent (EL). Se bazează pe interacțiunea mai multor straturi funcționale. Grosimea stratului emițător de lumină, numit și stratul emițător, este mult mai groasă decât cea utilizată în tehnologia filmelor subțiri. Când se aplică un câmp electric, pigmentul luminos depus (fosfor) este excitat și emite o lumină rece. Filmele EL și cablurile EL sunt două dintre produsele dezvoltate din această tehnologie.

EL sau componentele din domeniul electroluminiscentei cu peliculă groasă includ:

COMPUȘI ANORGANICI

sulfură de zinc dopată.

Următoarele sunt în prezent de interes pentru arhitectură:

SULFUR DE ZINC DOPAT

Acesta este un semiconductor dopat cu diferite metale pentru a crea diferite culori de lumină, care pot fi aplicate pe plastic și sticlă.

- Prezență pe piață, ani de utilizare practică, disponibil și în cantități mici, relativ ieftin.
- Este necesar un curent alternativ relativ mare, un număr limitat de culori luminoase disponibile.

electroluminiscentă film groasă | materiale electroluminiscente (EL) > produse

Spre deosebire de cele bazate pe tehnologia filmului subțire, produsele cu tehnologie a filmului gros s-au impus pe piață, deși principiul lor de proiectare este practic identic. Ambele amestecă pigmenții luminiscenti cu un liant transparent, organic sau ceramic. Pentru a aplica un câmp electric la partea superioară (stratului), un strat de metal transparent foarte subțire, conductiv de electricitate este utilizat ca electrod frontal și un strat de metal conductiv de electricitate ca electrod din spate. Construcția este aceeași cu a unui condensator, motiv pentru care sunt numite și diode de luminiscentă.

cablu EL. | film EL. | Cerneală EL imprimată pe vitezometru.

Produsele disponibile sau dezvoltate în prezent
utile în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

EL FILM, EL STRIP

EL CABLE

EL INKS, CERNELELE DE IMPRIMARE

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

HÂRTIE cu CABLURI EL

TESTURĂ cu EL PRINT

METAL FABRIC with EL CABLES

PANOURI cu EL PRINT

METAL FABRIC with EL CABLES

Inițial, în competiție cu becurile cu incandescență, care, pe lângă emiterea de lumină vizibilă, transformă cea mai mare parte a energiei absorbite în căldură și, la fel ca LED-urile, furnizează o sursă punctiformă de lumină, acestea au fost dezvoltate mai întâi ca folie luminiscentă, numită și film EL, care emite lumină din zona rece de la suprafața sa. Mai târziu au apărut benzile din material electroluminiscent (EL) și cablurile EL, care au fost dezvoltate folosind același principiu. Un avantaj important față de becurile cu incandescență este că, prin utilizarea componentelor straturilor flexibile adecvate, chiar și substraturile curbate pot fi acoperite cu produse adecvate.

Produsele EL sunt folosite pentru iluminarea de fundal a ecranelor LCD, deoarece cristalele lichide nu pot emite lumină de la sine. Alte domenii de aplicare includ panouri publicitare luminoase, produse legate de siguranță etc.

Următoarele sunt de interes actual și viitor pentru arhitectură:

EL FILM

Sunt disponibile folii luminoase pe o față și pe două fețe. Se pot folosi pe suporturi plate si curbate si se pot lipi mecanic sau prin adezivi. O variantă este banda EL.

^a Durată de viață relativ lungă, consum relativ scăzut de energie, domenii de aplicare versatile, în general rezistente la umiditate și temperaturi ridicate (< -20°C până la > +50°C), o oarecare rezistență la lumina UV, disponibilă și în cantități mici, relativ ieftin, poate fi personalizat în diferite moduri, reglabil la infinit, poate fi acționat utilizând lumini luminoase fără luminozitate, fără lumini suprafețe, rezistență la impact, timp de reacție foarte scurți.

3

----- : -----

Este necesară alimentarea cu curent alternativ, este necesară o electronică suplimentară, nu poate fi îndoită.

Filmul poate fi tăiat cu foarfece pentru a crea forme complexe luminoase fără a afecta funcționalitatea . Electronica de alimentare cu energie electrică trebuie să fie adaptată corespunzător la volumul de energie consumată și la dimensiunea suprafeței luminoase.

EL CABLUL

Ele pot fi atașate de suprafețe prin capse, adezivi sau prin cusut.

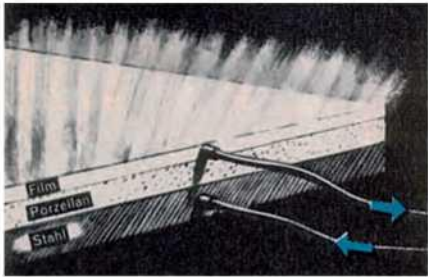
^a Durată de viață de înlocuire relativ lungă, poate fi utilizat la temperaturi scăzute până la medii (< -20°C până la > +50°C), emisie de lumină la 360°, capacitate de încărcare mecanică relativ mare, disponibilă până la 250 m lungime.

3

----- : -----

Este necesară alimentarea cu curent alternativ, este necesară o electronică suplimentară, nu poate fi îndoită.

Recomandările generale de utilizare sunt cele pentru film EL.



EL INKS

Poate fi aplicat pe diferite suprafețe folosind tehnici de imprimare, de obicei procesul de imprimare serigrafică.

3

Poate fi folosit la temperaturi scăzute spre medii (< -20°C până la > +50°C) și pentru suprafețe luminoase complexe.

9

Este necesară fabricarea de specialitate.

electroluminescență film groasă I materiale electroluminiscente (EL) > proiecte

Prima utilizare arhitecturală a elementelor din material electroluminiscent (EL) a fost în 1957. 112 suprafețe luminoase pătrate au fost construite într-o cameră model. Sticlă și alte materiale au fost folosite în panouri. Dovada că astfel de panouri erau deja disponibile comercial se găsește într-un articol din revista germană *Hobby - Das Magazin der Technik* ([12]) intitulat: „...und es leuchten die Wände” (și pereții asigură lumina). Pereții erau din tablă și porțel ; ca mediu luminos au fost folosite cristale de fosfor.

Filmele EL sunt utilizate în prezent în arhitectură în interior și exterior. Deși acum sunt produse în serie și dimensiunile disponibile au crescut continuu, în prezent singura modalitate de a crea suprafețe luminoase relativ mari este prin gruparea mai multor filme EL mai mici împreună. Utilizările pentru filme EL și benzi EL includ afișaje de format mare în zone publice, pardoseli luminoase, de exemplu în studiourile de televiziune și în opere de artă.

Cablul EL poate fi folosit pentru a crea forme și margini pe clădiri sau pentru a crea caracteristici liniare pe suprafețe luminoase sau imagini luminoase pe fațade.

Cernelurile EL oferă arhitectului o mulțime de posibilități. Ele pot fi, de exemplu, aplicate folosind procesul de serigrafie ca model colorat pe elementele de fațadă. Imaginile pot fi create pe un computer personal sau scanate.

Flori

Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care emite lumină:
TESTURĂ CU EL IMPRIM
Iluminări în funcție de lumină și software

Loop.pH Ltd. - Rachel Wingfield, Mathias Gmachl,
Marea Britanie
Despărțitoare de cameră cu lumină cinetică | Marea Britanie
(2004)

Lucrarea *Blumen* (Flori) a designerilor Rachel Wingfield și Mathias Gmachl la compania lor Loop.pH Ltd. din Londra arată cum modelele florale decorative tradiționale pot fi folosite împreună cu tehnologia EL pentru dezvoltarea separatoarelor inovatoare de cameră.

Separatoarele de cameră, care au fost dezvoltate pentru prima dată ca demonstratori de tehnologie funcțională, constau din

mai multe jaluzele textile largi, de formă similară, suspendate de tavan. Sunt dispuse unul lângă altul pentru a se deschide într-un mod economisind spațiu în propriile șine de ghidare.

Modelul constă dintr-un motiv de frunze din patru părți care, atunci când este reflectat de opt ori, formează o formă de bază pătrată și este aranjat într-un model pătrat mai mare, care, la rândul său, în funcție de dimensiunile grilajului dorite, poate fi extins prin simpla adăugare a mai multor modele pe laterale sau deasupra și dedesubt. Modelul a fost făcut pentru a luminesce cu o cerneală cu cent de electrolumini, care a fost aplicată pe material textil folosind o imprimantă specială cu jet de cerneală. Sârmă electrică subțire, de culoare diferită și

realizată pentru a înconjura zonele individuale cu modele ornamentale , permite ca fiecare zonă să fie alimentată individual cu curent și, prin urmare, controlată.

Cu un software special dezvoltat, separatoarele de cameră pot fi proiectate să reacționeze la diverși stimuli, în funcție de caracteristicile senzorilor utilizați. De exemplu , ar fi posibil să existe separatoare de cameră în care un număr variabil de zone ar luminesce, în funcție de starea actuală a condițiilor de lumină. Cu sistemul de control potrivit, zonele modelate s-ar putea ilumina pentru a-și crea propriile modele.



Blumen cu o secțiune de model (demonstrator de tehnologie). | Fotografie detaliată a separatorului de cameră *Blumen* . | Iluminare parțială, care formează modele, a zonelor individuale cu modele.

modele de vreme

Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent care emite lumină:
PANOURI CU EL PRINT
Iluminări în funcție de lumină și software

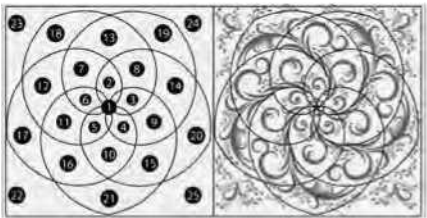
Loop.pH Ltd. - Rachel Wingfield, Mathias Gmachl, Marea Britanie
Instalare de lumină | York Art Gallery, Londra, Marea Britanie (2005-2010)

Această instalație luminoasă, expusă din octombrie 2005 și tinde să dureze cinci ani la Galeria de Artă York din Londra, în timpul nopții transformă evenimentele meteorologice locale în efecte vizuale asupra clădirii, unde pot fi văzute de trecători . Demonstrează combinația formelor tradiționale cu tehnologia de afișare contemporană bazată pe electroluminiscentă. Cinci panouri de afișare aliniate orizontal sunt amplasate în adânciturile ferestrelor false înguste de la etajul superior al fațadei galeriei de artă, deasupra intrării în clădirea clasică în stil renescentist italian.

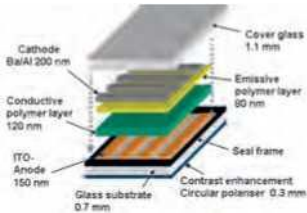
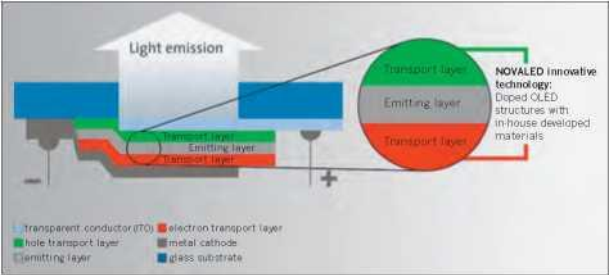
Fiecare dintre display-uri constă dintr-un panou imprimat cu cerneluri electroluminiscente și încapsulat între o foaie de sticlă călită și o oglindă. Pentru a vizualiza diferitele condiții meteorologice, a fost concepută o hartă meteorologică pătrată, cu aspect ornamental, în care, conform datelor senzoriale furnizate , zone concentrice în formă de spirală pot fi pornite și oprite de un computer programat cu un software special dezvoltat.

Datele meteo sunt colectate de o stație meteo compactă; în acest caz, un Davis-Vantage Pro2 cu senzori pentru presiunea atmosferică, temperatură, umiditate, precipitații, precum și viteza și direcția vântului. Este poziționat pe acoperișul porticului de deasupra intrării.

Scopul acestei instalatii este de a atrage atentia trecatorului nocturn, prin estetica si cinematica modelelor luminoase, asupra incalzirii globale provocate de Om.



Modele meteo: model complet. | Diferite secțiuni de model care pot fi activate. | Modelele posibile depind de condițiile meteorologice. | Tipare de vreme zi și noapte.



Reprezentare schematică a construcției unui SMOLED și a unui POLED.

polimer/moleculă mică electroluminiscentă | diode emițătoare de lumină organice (OLED) > materiale

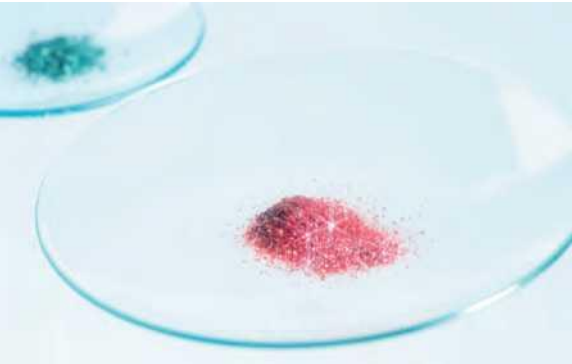
Diodele organice emițătoare de lumină (OLED) sunt fabricate în mod normal ca LED-uri plate pe bază de polimeri organici, semiconductori sau molecule mici, care, ca acestea din urmă, emit lumină rece prin absorbția electronilor.

În funcție de componentele utilizate, LED-urilor organice fabricate cu polimeri li se acordă abrevierea PLED-uri sau POLED-uri, iar acelor OLED-uri fabricate cu molecule mici prescurtațiile SOLED-uri sau SMOLED-uri. OLED-urile cu o flexibilitate deosebită sau cele în care sunt utilizate componente fosfo-rescente sunt uneori numite și FOLED-uri sau, respectiv, PHOLED-uri

OLED-urile constau, în general, din mai multe straturi funcționale plasate unul peste altul. Stratul inferior, de exemplu o placă de sticlă, acționează ca un substrat pentru a transporta straturile deasupra acestuia. Pe acesta merge anodul, de exemplu oxidul de indiu staniu (ITO). Pe deasupra urmează stratul de transport al orificiilor (HTL). Un alt strat poate fi aplicat între straturile ITO și HTL. În unele cazuri, acest strat poate fi utilizat pentru a produce o suprafață netedă. Pe partea superioară a stratului HTL există un alt strat, cunoscut sub numele de strat emițător (EL), care este format cu o cantitate mică de pigment (aproximativ 5% până la 10%) sau poate consta din pigment 100%. Pe deasupra se află stratul de transport de electroni (ETL), pe care este depus un catod de exemplu calciu sau aluminiu. În cele din urmă se aplică un strat de acoperire, de exemplu o placă de sticlă.

Aplicarea unui câmp electric face ca pigmentul din stratul emițător, unde se întâlnesc sarcinile pozitive și negative (cunoscut sub numele de strat de recombinare), să fie excitat și să emită lumină rece albă sau colorată, în funcție de pigmentul utilizat.

Primele modele pentru OLED-uri au fost produse în SUA, unde o companie internațională de fotografie a depus prima cerere de brevet în anii 1980. Cererea de brevet a fost pentru diode luminoase organice pe bază de molecule mici depuse în vid (SMOLED). În 1990, electroluminiscenta a fost descoperită în polimeri, iar OLED-urile au fost apoi realizate folosind procesele Cam bridge Display Technology, în care polimerii cu lanț lung sunt aplicați prin acoperire prin rotație sau acoperire cu presiune pe un electrod (POLED). De atunci, au existat numeroase dezvoltări ale OLED-urilor, în principal în SUA, Japonia și Germania. Astăzi vedem cele două tehnologii în competiție între ele.



Materialele și componentele utilizate în general pentru SMOLED-uri includ, printre altele:

MOLECULE MICI

De exemplu aluminIU-tris(8-hidroxicinolină) (Alq₃), aluminIU-tris(8-hidroxicinolină) (Alq₃) + polimer.

Materialele și componentele utilizate în general pentru POLED-uri includ, printre altele:

POLIMERI ORGANICI SEMICONDUCTORI

De exemplu, polifenilenvinilen (PPV), politiofen și polifluoren (pigmenți fluorescenți verzi, roșii și albaștri).

POLIMERI ANORGANICI-ORGANICI SEMICONDUCTORI

Complecși metalo-organici (pigmenți fosforescenți).

Următoarele sunt de interes pentru arhitectură:

ALUMINIU-TRIS(8-HIDROXICINOLINĂ) (ALQ₃)

Semiconductori organici, potriviți pentru fabricarea afisajelor color si a surselor de lumina, pot fi aplicati pe diverse substraturi precum sticla si plasticul.

Prezența pe piață, mulți ani de utilizare practică, proprietăți optice relativ bune, tensiune electrică scăzută necesară (de ex. 3V până la 5V).

Proces de fabricație relativ costisitor în condiții de vid și, prin urmare, relativ costisitor de utilizat.

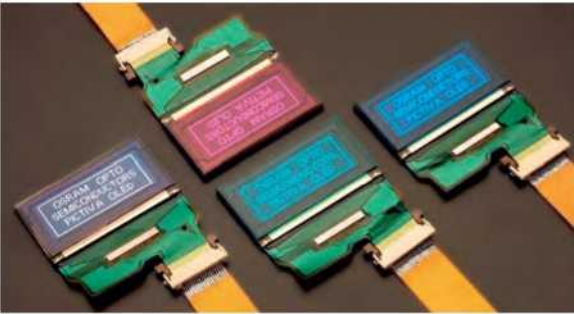
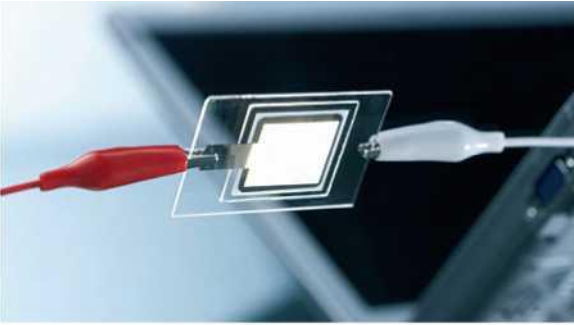
POLIFENILENVINILEN (PPV), POLITIOFEN, POLIFLUOREN

Polimerii organici semiconductori luminiscenti în culori RGB, potriviți pentru fabricarea de afişaje color și surse de lumină, pot fi aplicați pe diferite substraturi, cum ar fi sticla și plasticul.

Prezența pe piață, mulți ani de utilizare practică, fotoconductivitate și electroluminiscentă relativ bune, tensiune electrică scăzută necesară (de ex. 3V până la 5V).

Număr limitat de culori luminoase disponibile.

Cristale verzi și roșii ca p- și n-dopanți pentru fabricarea SMOLED-unilor.



Tehnologie de la Novaled: afișaj SMOLED care emite lumină albă. | Afișaje SMOLED colorate care emit lumină. | Tehnologie de la Osram Opto Semiconductors: afișaje POLED colorate care emit lumină.

palqmer/small molecule electroluminescence I diode organice emițătoare de lumină (OLED) > produse

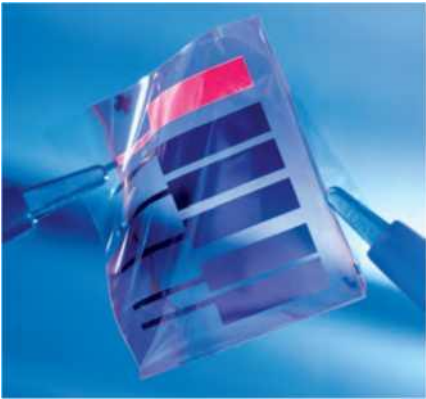
Deoarece principiul acestui tip de electroluminiscență este relativ nou și are încă un anumit număr de puncte slabe, cum ar fi, în multe cazuri, stabilitatea inadecvată pe termen lung pentru unele culori și susceptibilitatea sa la umiditate, există doar câteva produse disponibile pe piață în producția de serie. Numeroasele sale avantaje, cum ar fi emisia de lumină de zonă spre deosebire de LED-uri, lipsa necesității de iluminare din spate spre deosebire de LCD-urile și luminanța (luminozitatea) mai mare posibilă în comparație cu filmul EL, au făcut ca această tehnologie să facă pași pentru a se impune în numeroase domenii, pe de o parte ca înlocuitor pentru produsele electroluminescente convenționale și pe de altă parte în dezvoltarea de noi aplicații.

În sectorul consumatorilor, în special, sunt deja pe piață afișaje adecvate pentru dispozitivele electronice portabile mici, cum ar fi playerele MP3 și telefoanele mobile. Cu referire la dimensiuni mai mari de afișare, un producător japonez a introdus deja publicului primul dispozitiv cu un ecran de 40 de inci (diagonală), dar va necesita încă câțiva ani de muncă de dezvoltare înainte ca acesta să fie gata pentru piață și să aibă un preț convenabil pentru consumator.

În 2005, ca urmare a cooperării dintre două companii germane din sectorul auto, o mică unitate de iluminat pentru utilizare în automobile a fost prezentată la expoziția internațională de automobile de la Frankfurt (IAA).

Următoarele produse cu diode organice emițătoare de lumină (OLED) sunt de interes actual și viitor pentru arhitectură:

AFFIXE OLED NEFLEXIBILE	
Disponibil ca SMOLED-uri și POLED-uri. Sticla este unul dintre materialele care pot fi folosite ca substrat. Acestea pot fi aplicate pe suprafețe netede, în carcase etc., fie atașate mecanic, fie prin adeziv și sunt disponibile în prezent în dimensiuni de diagonală de 0,9, 1,2 și 1,6 inci.	
³ Prezența pe piață, poate fi utilizat în intervale de temperatură scăzută până la medie (< -20°C până la	
> +80°C), condus de tensiuni joase, consum relativ scăzut de energie, reglabil, rezistență limitată la lumina UV, suprafață luminoasă netedă și fără pâlpâire, unghi de vizualizare relativ mare (de ex. 160°), rezistență limitată la impact, timpi de reacție foarte scurți.	
o -----	
Relativ sensibil la umiditate, durabilitate variabilă a pigmentului, durată de viață relativ scurtă în comparație cu afișajele LCD, fără iluminare a marginii afișajului, prin urmare este necesară o acoperire de margine, nu poate fi îndoită.	



AFIȘARE OLED FLEXIBILE (DE EX. TEHNOLOGIA INSTITUTULUI FRAUNHOFER PENTRU CERCETAREA POLIMERILOR APLICATI)

Disponibil ca SMOLED-uri și POLED-uri. Polietilen tereftalat (PET) este unul dintre materialele care pot fi folosite ca substrat.

----- :

Poate fi atașat mecanic sau prin adeziv pe substraturi curbe sau flexibile, de exemplu - membrane curbe tridimensionale, indestructibile, altfel ca mai sus.

g ----- :

Lipsa prezenței pe piață, teșituri sau pliuri foarte mici nu sunt posibile; altfel ca mai sus.

SURSE DE LUMINĂ OLED NEȘI SEMITRASPARENTE (DE EX. TEHNOLOGIA DE LA OSRAM OPTO SEMICONDUCTORI)

Disponibilitate limitată ca SMOLED-uri și POLED-uri. Sticla este unul dintre materialele care pot fi folosite ca substrat. Ele pot avea propriile lor carcase, rame etc., prin urmare pot fi singure sau pot fi atașate mecanic sau cu adezivi pe substraturi netede, cum ar fi pereți sau tavane. Sursele de lumină au fost dezvoltate ca demonstratori de tehnologie, care erau alcătuite din mai multe plăci (SMOLED) într-un format de 2 inch x 3 inci (aproximativ 5 cm x 7,6 cm).

sus .

g ----- :

Lipsa prezenței pe piață, durata de viață relativ scurtă (aprox. 3000 de ore), luminozitatea relativ scăzută (250 Cd/m ² , sau 400 Cd/m ² în viitor) în comparație cu sursele de lumină convenționale, este necesară acoperirea marginilor, nu poate fi îndoită sau curbată.

SURSA DE LUMINA OLED TRANSPARENȚA (DE EX. TEHNOLOGIA NOVALED)

Demonstratoare de tehnologie bazate pe SMOLED-uri. Sticla este unul dintre materialele care pot fi folosite ca substrat. Ele pot avea propriile lor carcase, rame etc., prin urmare pot fi singure sau pot fi atașate mecanic sau prin adezivi pe substraturi netede, cum ar fi pereți sau tavane sau în carcase.

g ----- :

Poate fi utilizat în intervale de temperatură joasă până la medie (< -20°C până la > +80°C), durată de înlocuire relativ lungă (aproximativ 5000 până la 200 000 ore, în funcție de aplicație), luminozitate relativ ridicată posibilă (< 100 Cd/m ² până la > 5000 Cd/m ² , în funcție de aplicație).

g ----- :

Lipsa prezenței pe piață, este necesară acoperirea marginilor, nu poate fi îndoită sau curbată, nu poate fi prelucrată, de exemplu tăiată, ca sticla convențională sau foliile EL.

Produsele disponibile sau dezvoltate în prezent utile în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

Afișaje flexibile folosind OLED-uri (de exemplu, POLED-uri)

Surse de lumină (mici) care utilizează OLED-uri (de exemplu, SMOLED-uri)

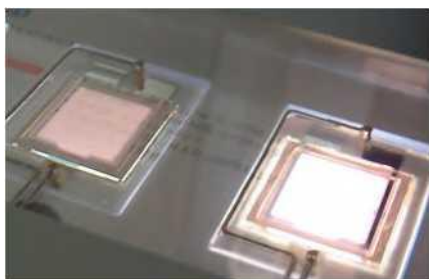
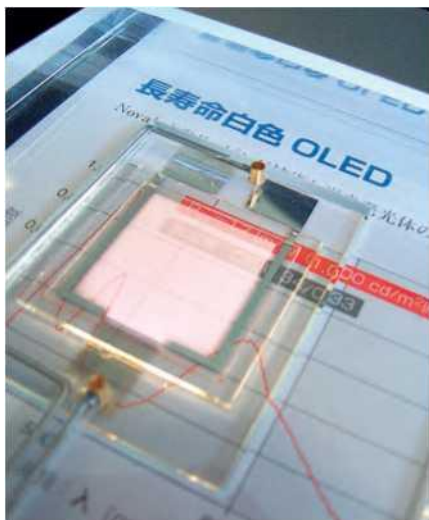
PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

Surse de lumină (mari) folosind OLED-uri (SMOLED-uri)

Surse de lumină transparente/fereastră zi-noapte folosind OLED-uri (SMOLED-uri)

Iluminat de urgență folosind OLED-uri (SMOLED-uri)

Mai multe afișaje pot fi plasate unul lângă celălalt pentru a crea suprafețe mari și/sau curbate. Zonele de margine neluminoase pot avea ca rezultat zone goale nedorite. Reducerea temporară a ieșirii, de exemplu prin diminuarea luminii, poate crește durata de viață a afișajului.



Tehnologie de la Osram Opto Semiconductors:
demonstrator de tehnologie al unei surse de lumină
OLED constând din două plăci care emit lumină albă. |
Tehnologie de la Novaled: demonstrator tehnologic al
unei surse de lumină OLED transparente. | Exemple
slab și puternic luminoase. | *opus*: Tehnologie de la
Institutul Fraunhofer pentru Cercetare aplicată a
polimerilor: demonstrator tehnologic al unui afișaj
POLED flexibil.

polymer/small molecule electroluminescence | organic light-emitting diodes (OLED) > proiecte

Datorită faptului că în prezent puține produse care încorporează diode organice emițătoare de lumină (OLED) pentru utilizare în arhitectură sunt disponibile pe piață, până în prezent au fost realizate doar un număr limitat de aplicații, iar publicitatea OLED-urile prezintă un interes deosebit ca surse de lumină de zonă. Sursele de lumină relativ mici cu utilizări precum iluminatul de urgență sunt printre primele produse care vor fi disponibile în viitorul apropiat. În prezent, se dezvoltă o așa-numită fereastră zi-noapte bazată pe tehnologia cu molecule mici, care permite pătrunderea luminii naturale a soarelui ziua și servește ca sursă de lumină artificială noaptea.

smartwrap

Materiale Polysmart | Aplicație Polysmart

Materiale inteligente care emit și stochează căldură:

FILM CU DIODE ORGANICE EMITATOR DE LUMINĂ (OLED), CU CELULE FOTOVOLTAICE ORGANICE (OPV); FILM CU MATERIALE DE SCHIMBARE DE FAZĂ (PCM)

Kieran Timberlake Associates , SUA

Pavilion cu piele de clădire polivalentă | Cooper Hewitt National Design Muzeul, New York, SUA (2003)

SmartWrap este numele unei învelișuri inovatoare, polivalente, care, pe baza unei tehnologii de transfer nou dezvoltate, este de așteptat să deschidă noi posibilități pentru utilizarea industrială și rentabilă a materialelor inteligente în viitor. La New York a fost proiectat un pavilion pentru a-și demonstra componentele și tehnologia; această construcție a format principala piesă expozițională a expoziției SOLOS din august 2003 de la Muzeul Național de Design Cooper Hewitt.

SmartWrap a fost dezvoltat ca un sistem de acoperire cu două straturi de către Kieran Timber Lake Associates, o practică de arhitectură cu sediul în Philadelphia, Pennsylvania , în colaborare cu studenți și companii partenere. În timp ce stratul exterior care formează pielea exterioară a fațadei constă dintr-un polietilen tereftalat (PET) transparent, elastic, pe care pot fi aplicate diferite materiale electronice inteligente prin rulare și imprimare, stratul interior care formează încăperea susține în principal materiale de izolare termică și de stocare a căldurii.

SmartWrap va permite să apară pe piață viitoare skin-uri de clădiri care vor avea toate componentele necesare pentru a converti și gestiona radiația solară. Pielea exterioară este prevăzută cu celule fotovoltaice organice (OPV) pentru colectarea și transformarea razelor solare, cu baterii cu peliculă subțire pentru stocarea energiei electrice, cu circuite conductoare, imprimate și tranzistori organici cu peliculă subțire (OTFT) pentru distribuirea energiei electrice și pentru controlul funcțiilor, cu OLED-uri pe bază de polimeri pentru iluminat și afișaje electronice și cu transmisie solară cromatică a luminii și controlul căldurii.

Adiacent pielii exterioare se află un strat de aer termoizolant permanent, care se formează cu ajutorul pielii interioare offset, în care sunt încorporate prin intermediul unor buzunare un aerogel termoizolant și depozitare de căldură latentă, aceasta din urmă sub formă de material cu schimbare de fază (PCM).

În pavilion, doar o mică secțiune a stratului clădirii a fost echipată cu sistemul inovator de straturi. Cea mai mare parte a simulat posibilul aspect al *SmartWrap* folosind o peliculă PET imprimată.





SmartWrap: vedere în pavilion. | Mașină de rulouri preimprimată. | Vedeți între stratul de formare a încăperii cu PCM și stratul de formare a fațadei cu OLED-uri, baterii cu peliculă subțire și celule fotovoltaice organice. | Construirea pielii cu *SmartWrap*, simulată cu o folie PET imprimată. | Vedere de noapte.



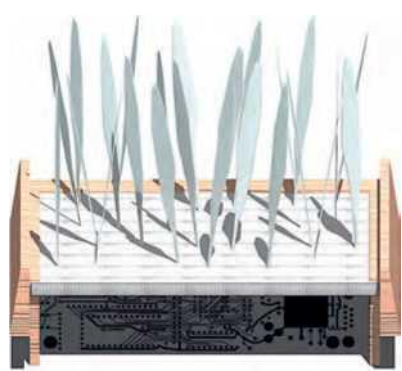
materiale inteligente generatoare de electricitate

Materialele inteligente generatoare de energie electrică includ materiale și produse care sunt capabile să genereze un curent electric cu un consumator conectat (de exemplu, o sarcină de rezistență) ca răspuns la unul sau mai mulți stimuli de la influențele externe, efectul luminii sau schimbările de temperatură și/sau presiune.

Materialele inteligente generatoare de energie electrică disponibile în prezent pot fi diferențiate în funcție de stimulii lor declanșatori, după cum urmează:

MATERIALE INTELIGENTE FOTOELECTRICE După conectarea unui consumator aceste materiale generează un curent electric atunci când sunt excitate de efectul luminii (energie electromagnetică).
MATERIALE SMART TERMOELECTRICE (PIROELECTRICE). După conectarea unui consumator aceste materiale generează un curent electric atunci când sunt excitate de efectul temperaturii (energie termică).
MATERIALE SMART PIEZOELECTRICE După conectarea unui consumator aceste materiale generează un curent electric atunci când sunt excitate de efectul compresiei sau tensiunii (energie mecanică).
MATERIALE INTELIGENTE CHEMOELECTRICE După conectarea unui consumator aceste materiale generează un curent electric atunci când sunt excitate de efectul unui mediu chimic (energie chimică).

Materialele inteligente piezoelectrice sunt materiale inteligente inverse. Ele sunt capabile să genereze sarcini electrice prin efectul compresiei sau tensiunii și, în sens invers, își schimbă forma la aplicarea unui câmp electric. Ambele efecte sunt discutate pe larg în secțiunile următoare și, prin urmare, sunt omise din capitolul despre materialele inteligente electroactive (pag. 66 și urm.).



Elementele chimice care, de exemplu, constau din diferite metale nobile și depind de prezența unui electrolit, cum ar fi apa sărată, pentru a genera curent electric, nu sunt clasificate ca materiale inteligente chimioelectrice. Deoarece electrozii mai puțin nobili din aceste elemente se dizolvă în timp („electrozi de sacrificiu”), ei nu vor fi tratați mai departe aici.

MATscape: detaliu al construcției învelișului cu plăci de vânt pe partea de nord care sunt conectate la celule piezoelectrice.

MATERIALE SMART FOTOELECTRICE > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE
--

Proprietățile lor inerente le permit să reacționeze la lumină (lumină vizibilă, lumină UV; radiații electromagnetice) prin generarea unui curent electric cu un consumator conectat.

Următoarele materiale fotoelectrice inteligente se numără în prezent printre cele de interes pentru arhitecți:

CELELE SOLARE DYE (DSC)

Alte materiale fotoelectrice inteligente includ:

CELELE SOLARE DE SILICIO

CELELE SOLARE CU FILM SUBTIRE

CELELE SOLARE ORGANICE (fotovoltaice organice, OPV)

Celulele solare din siliciu se bazează pe o tehnologie relativ veche și sunt din ce în ce mai înlocuite de noi dezvoltări, cum ar fi celulele solare cu peliculă subțire și celulele solare organice. Informații despre noile dezvoltări ale celulelor solare pe bază de sili con pot fi găsite la p. 41 f.

În funcție de colorantul utilizat (de exemplu antociani), celulele solare colorante pot fi, de asemenea, clasificate ca celule solare organice. Acestea se bazează pe o tehnologie relativ nouă, în care polimerii organici sintetici, ca componente sensibile la lumină, sunt adesea interstratați între straturi flexibile de substrat. Ele se află în prezent în faza de introducere pe piață (vezi p. 41 f.).

dqe celule solare (ase) > materiale

Celulele solare colorante (DSC) sunt compozite stratificate în care coloranții, printre alții, sunt utilizați ca componente care generează un curent electric cu un consumator conectat prin absorbția luminii (radiație electromagnetică). Sunt cunoscute și sub denumirea de celule Grätzel (numite după dezvoltatorul elvețian al tehnologiei de bază), celule solare foto-electrochimice sau nanocelule solare (aceasta din urmă denumire se referă la dimensiunile componentei semiconductoare utilizate în mod normal, dioxid de titan TiO_2) (vezi și dioxid de titan (TiO_2), pp. 100 și urm.).

În principiu, DSC-urile constau din mai multe straturi funcționale așezate unul peste altul: un anod transparent, de obicei oxid de staniu, este depus pe un prim strat de substrat de susținere, cum ar fi sticla. O pastă de TiO_2 , poate de numai câțiva microni grosime, este serigrafiată și coaptă deasupra oxidului de staniu pentru a forma un strat semiconductor nanocristalin. După aceasta urmează acoperirea TiO_2 , de exemplu prin scufundare, cu un colorant care absoarbe lumina, și un strat de electrolit, care poate fi o soluție de iod, cu un strat de, de exemplu, platină sau grafit, care acționează ca catalizator. Stratul final este un strat de bază cu un electrod transparent preinstalat.

Dezvoltarea DSC se întoarce la experimentele lui Michael Grätzel și echipa sa de cercetare de la Institutul Federal de Tehnologie din Lausanne, Elveția, la începutul anilor 1990. În aceste experimente, colorantul și TiO_2 au fost încercate în celule solare în loc de siliciu. Brevetarea a urmat în 1992. O serie de organisme de cercetare au lucrat de atunci la optimizarea tehnologiei. Eforturile s-au concentrat în principal pe căutarea unor coloranți adecvați, stabili în ciclul adecvat, pe dezvoltarea celulelor rezistente la scurgeri și pe creșterea efectului realizabil. În afară de Elveția, principalele țări de cercetare sunt Germania și Australia. O companie australiană tocmai a început producția în serie de module.

Materialele și componentele utilizate în general includ, printre altele:

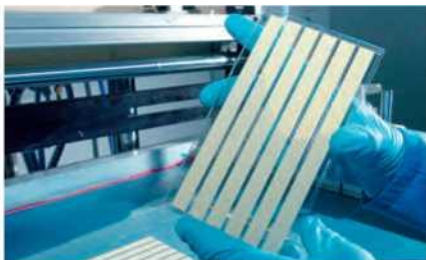
COLORANTI ANORGANICI SI ORGANICI

Complexe de ruteniu (de exemplu $N3$, colorant roșu, colorant negru), complexe de osmiu.

Coloranți organici: antociani (coloranți naturali de plante, de exemplu în floare de hibiscus și suc de afine), clorofile bacteriene (de exemplu în bacterii violete)

Amestec de coloranți: porfirine și ftalocianine

Următorul material, sau respectiv componentă, se numără în prezent printre cele de interes în arhitectură:

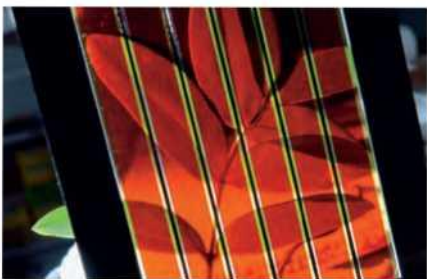
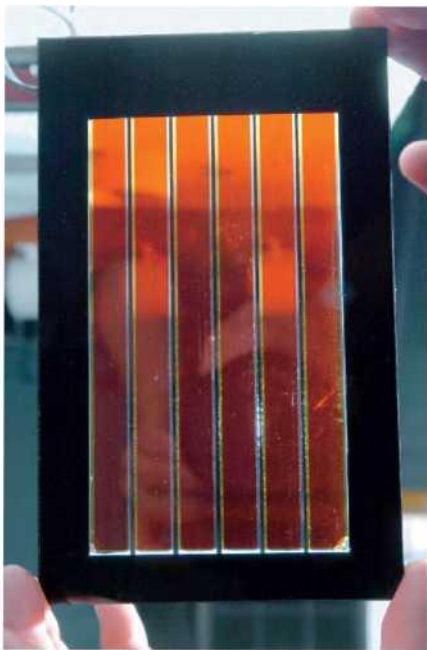


COMPLEXE DE RUTENIU

Coloranți pe bază de element metalic ruteniu și o soluție organică.

- Prezența pe piață, poate fi utilizat la temperaturi scăzute spre medii ($< -20^{\circ}\text{C}$ până la $> +80^{\circ}\text{C}$), număr foarte mare de cicluri de absorbție și emisie posibile (până la aproximativ 50 milioane), viață de înlocuire mult mai lungă în comparație cu antocianii de exemplu.
- Relativ scump în comparație cu antociani.

Technology by Dyesol: screen-printed nanocrystalline TiO_2 layer. | Baking of TiO_2 . | Introduction of dye into cells. | Technology by Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems: optimisation and manufacture of pastes, colloids in the manufacture of DSCs.



Tehnologie de la Dyesol: modul de șase DSC-uri. | Efectul transparent al colorantului utilizat. | Panou suportat de mai multe module.

dge solar cells (ase) > produse

O serie de instituții diferite lucrează în prezent la optimizarea celulelor solare colorante (DSC). Un aspect investigat este etanșarea marginilor celulelor, care este încă un punct slab. Cu o tehnologie dezvoltată recent de Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară din Freiburg, Germania, obiectivul de stabilitate pe termen lung de peste 10 ani poate fi acum atins. Această tehnologie etanșează modulele cu o lipire de sticlă pentru a preveni scurgerea electrolitului lichid și pentru a proteja componentele interne sensibile de degradarea prematură. Până acum tehnologia nu este încă pregătită pentru un succes pe scară largă pe piață, deoarece eficiența ei realizabilă în prezent este în general sub 5% (în Japonia s-a atins o eficiență de 10,4% pe o suprafață de 1 cm^2) și o eficiență de aproximativ 12% poate fi obținută din celulele solare pe bază de siliciu de astăzi. În ciuda acestui fapt, companiile internaționale cu sediul, de exemplu, în Australia încearcă să stabilească module DSC pe piață, deși în număr mic; acestea vizează în special piața germană, unde contribuția surselor regenerative de energie electrică la rețeaua națională este subvenționată de guvern.

DSC-urile sunt în prezent sau probabil vor fi disponibile în viitor ca:

MODULE DSC (TEHNOLOGIE PRIN DYESOL)

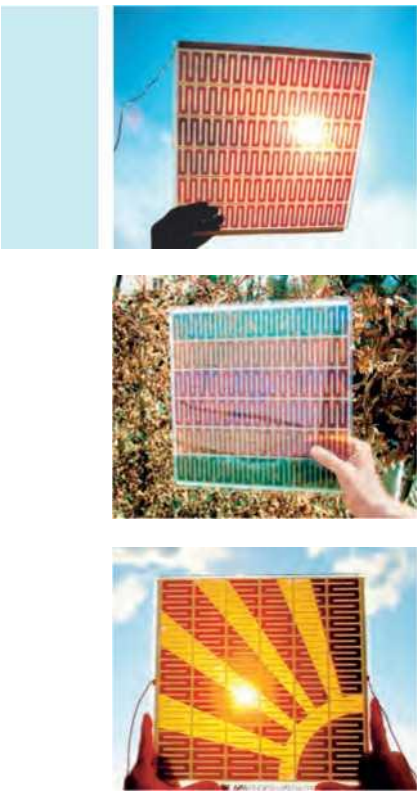
Mai multe DSC-uri grupate în module, cu canale în dungă. Sunt disponibile în carcase individuale, sau carcase sau cadre care găzduiesc mai multe module (panouri), care le permit să fie produse de sine stătătoare sau să fie atașate mecanic sau lipite de suprafețe plane, de exemplu pereți sau acoperișuri.

³ Prezența pe piață, generarea de curent electric cu puțină lumină, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii ($< -20^\circ\text{C}$ până la $> +80^\circ\text{C}$), durată de înlocuire relativ lungă (aprox. 500 până la 5000 ore).

3

-----i ----- i -----
Eficiență scăzută ($< 5\%$ în condiții standard de testare), nu poate fi îndoită sau curbată,

nu poate fi manipulat ca geamurile convenționale, de exemplu tăiate la formă, relativ scumpă în comparație cu modulele de celule solare convenționale din siliciu.



MODULE DSC (TEHNOLOGIE DE LA INSTITUTUL FRAUNHOFER PENTRU ENERGIE SOLARĂ)	
Demonstratoare tehnologice ale DSC-urilor cuprinzând mai multe module dispuse împreună cu canale serpuitoare, sigilate cu lipire de sticlă serigrafiată. Sunt disponibile în carcase sau carcase individuale sau cadre care găzduiesc mai multe module (panouri), care le permit să fie unități autonome sau să fie atașate mecanic sau lipite de suprafețe plane, de exemplu pereți sau acoperișuri. Dimensiunea maximă a modulelor de până acum (demonstratoare de tehnologie) este de 30 cm x 30 cm, tensiunea de aprox. 4,2 V, curent aprox. 0,8 A.	
+ Generarea de curent electric (perechi electron-gaură) cu cantități reduse de lumină, poate fi utilizat la temperaturi scăzute spre medii (< -20°C până la > +80°C), zonele de margine au o etanșare de lungă durată de lipire de sticlă, rezistență din modelul de legătură serpentină cu substratul de sticlă.	
3	Lipsa prezenței pe piață, eficiență scăzută (2,5%, poate crește la 5% în condiții standard de testare în viitor, în funcție de diverse aspecte, inclusiv tehnici de imprimare), transparență limitată din cauza modelului de aderență șerpuit cu substratul de sticlă, nu poate fi îndoită sau curbată, nu poate fi manipulată ca geamurile convenționale, de exemplu tăiate la formă, relativ scumpă în comparație cu modulele solare convenționale din siliciu.

Zonele de margine dintre cele două substraturi de sticlă nu trebuie lăsate să se scurgă, altfel funcționalitatea pe termen lung a DSC-urilor nu poate fi garantată. Este important să se evite - încărcările termice alternante excesive pe o parte, cum ar fi cele apărute în timpul utilizării ca geam. Acest lucru se aplică în special celulelor și modulelor cu canale în dungi.

Produsele utilizate în prezent în arhitectură sau care ar putea deveni relevante în viitor includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

DSC-uri (tehnologii de la Dyesol și Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

Module DSC (tehnologii de la Dyesol și Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară)

Panouri DSC (tehnologii de la Dyesol și Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară)



Tehnologia Dyesol: construcție în Australia cu panouri DSC integrate în pielea externă | *alăturat:* Demonstratoare de tehnologie de la Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară: modul monocolor de 30 cm x 30 cm compus din șase DSC-uri. | Modul multicolor, culori obținute prin utilizarea complexilor metalo-organici (coloranți) fotoactivi, selectivi, absorbânți de lumină. | Modul cu strat grafic imprimat de împrăștiere a luminii (zonă galbenă). Toate modulele au o etanșare de durată bazată pe o tehnică de lipire a sticlei dezvoltată la Institutul Fraunhofer pentru Sisteme de Energie Solară.

dqe solar cells (ase) > proiecte

Celulele solare colorante (DSC) pot fi în general atașate ca și celulele solare convenționale cu siliciu sau cu peliculă subțire în fața fațadelor și pe acoperișurile clădirilor sau integrate în acestea. Deoarece stabilitatea pe termen lung de până la 5000 de ore (tehnologia institutului Fraunhofer pentru Energie Solară) este încă relativ scăzută în acest moment, ar fi prudent să se asigure că unitățile pot fi demontate cu ușurință pentru întreținere și reparare și înlocuite. Marginile trebuie protejate împotriva sarcinilor mecanice și termice mari, de exemplu prin separare termică sau rame decalate.

Modul în care funcționează DSC-urile înseamnă că sunt colorate și acest lucru le face deosebit de interesante pentru arhitect, ca obiecte de design formale sau contrastante în fațade și acoperișuri sau, atunci când se renunță la filtre colorate, prin integrarea optică a DSC-urilor în zonele de acoperiș colorate similar.

Celulele sunt transparente și, prin urmare, pot fi folosite ca componente de sticlă în fațade și ferestre. Utilizarea vopselei roșii fără filtre de culoare suplimentare limitează domeniul de aplicare deoarece lumina admisă, în funcție de proporția și poziționarea zonelor active, va fi întotdeauna o nuanță de roșu. Un alt domeniu de aplicare este în zonele care sunt supuse permanent sau temporar la cantități relativ mici de lumină (de exemplu fațade orientate spre nord). Sistemele de urmărire adaptive complicate nu ar trebui să fie folosite la fel de des.

Până în prezent, au fost publicate doar câteva implementări ale DSC-urilor în clădiri.

**THERMOELECTRIC SMART MATERIALS >
MATERIALS, PRODUCTS, PROJECTS**

Their inherent properties allow them to react to temperature differences (temperature gradients) by absorbing heat (thermal energy) and generating an electric current with a connected consumer.

The following thermoelectric smart materials are currently of interest to architects:

THERMOELECTRIC GENERATORS(TEG)

Other thermoelectric smart materials are:

THERMOELEMENTS

RADIONUCLIDE BATTERIES

Thermoelements consist of pairs of wires of different metals, for example iron and copper-nickel, which are connected to one another at one point and by their generation of thermovoltages can be used to measure temperatures. They cannot generate large voltages and therefore are generally not suitable for use as sources of electric current.

Radionuclide batteries are thermoelectric generators that can generate thermovoltages by absorption of the decay heat from radioactive isotopes. Their uses include space travel among others.

generatoare termoelectrice (TEG) > materiale

Generatoarele termoelectrice (TEG), cunoscute și sub denumirea de termogeneratoare, constau din componente termoelectrice realizate în principal din semiconductori p- și n-conductori foarte dopați, mai rar din două fire de metale diferite, care accelerează electronii sau generează perechi electron-gaură prin absorbția căldurii (energie termică) ca reacție la un gradient de temperatură.

În funcție de principiile lor funcționale și de construcție, TEG-urile pot fi diferențiate ca semiconductori p și n conductoare:

TEG PE BAZĂ DE TERMOCUPLILE

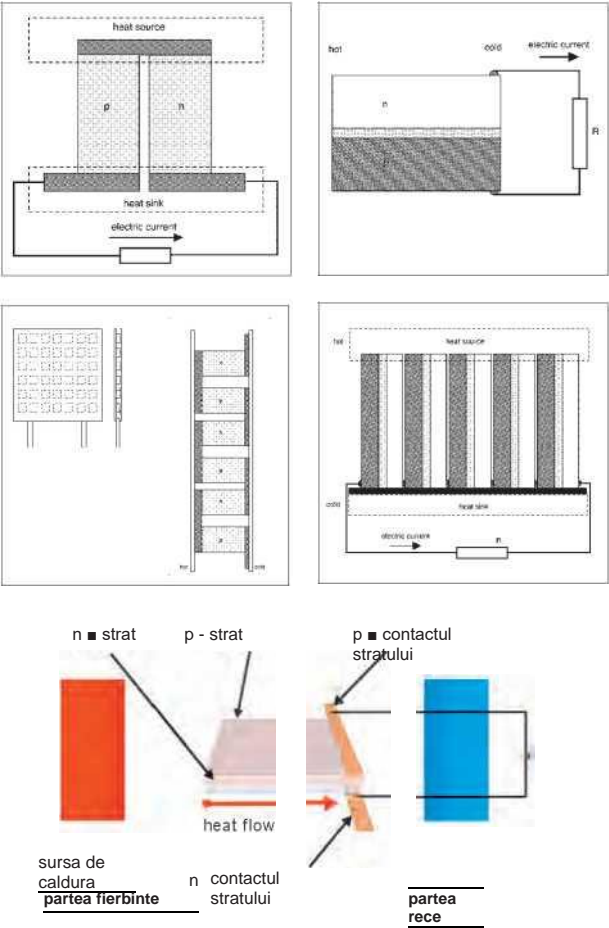
Acestate sunt TEG-uri care constau din termocupluri semiconductoare, care formează în mod normal blocuri, produse prin dopare cu diferiți atomi străini.

Ele sunt electric în serie și termic în paralel pentru a crește puterea. TEG-urile funcționează ca pompe de electroni. Tehnologia de fabricație oferă pieței TEG-uri cu film subțire (grosime a straturilor semiconductoare < 100 pm), TEG-uri cu peliculă groasă și macro-TEG.

TEG PE BAZĂ DE ELEMENTE

O dezvoltare relativ nouă în care TEG-urile constau din elemente dopate diferit, semiconductoare, care formează dungii. Principiul lor funcțional este similar cu celula solară. Prin urmare, acționează ca generatoare de perechi electron-gaură. Ele pot fi clasificate ca TEG cu peliculă subțire, TEG cu peliculă groasă sau macro-TEG, în funcție de grosimea filmului semiconductor.

Dezvoltarea TEG-urilor se întoarce la Thomas Johann Seebeck și efectul Seebeck numit după el. În 1821 a descoperit că un circuit închis de două fire din metale diferite produce un câmp magnetic datorită tensiunii pe care o creează atunci când există o diferență de temperatură între cele două puncte de contact. În 1834, Jean Peltier a descoperit efectul invers numit după el: crearea unei diferențe de temperatură dintr-un curent electric. În anii 1920 au fost dezvoltate noi materiale semiconductoare care au fost utilizate în TEG-uri. În anii 1950, Abram Fedorovich Ioffe și colegii săi au dezvoltat conceptul de conversie termoelectrică pe care se bazează teoriile de astăzi. În jurul anului 1960, un număr mare de materiale semiconductoare erau examinate pentru adecvarea lor în TEG, inclusiv telurura de bismut, care este încă în uz astăzi. Printre primii utilizatori au fost NASA și armata. Astăzi se caută TEG-uri care pot folosi căldura reziduală din procesele de ardere sau radiația solară. În 2004 a fost introdusă o nouă tehnologie în care siliciul a fost folosit ca material semiconductor pentru a genera, similar unei celule solare, curent electric prin formarea de perechi electron-gaură.



Reprezentarea schematică a construcției și funcționării unui TEG bazat pe termocuplu (de exemplu, tehnologie de la Micropelt) și un TEG bazat pe elemente (tehnologie de SAM).

Materialele și componentele utilizate pentru TEG-uri pe bază de termocuplu includ următoarele:

SEMICONDUCTORI INORGANICI DOPAȚI

Telurura de bismut (Bi_2Te_3), disilicid de fier (FeSi_2), siliciu-germaniu (SiGe), ceramică de cobaltat.

SEMICONDUCTORI INORGANICI DOPAȚI GRADAȚI

Telurura de bismut/disilicid de fier ($\text{Bi}_2\text{Te}_3/\text{FeSi}_2$)

SEMICONDUCTORI INORGANICI DOPAȚI

siliciu germaniu (SiGe).

Următoarele materiale și componente sunt relevante pentru utilizări arhitecturale sau ar putea fi în viitor:

TELURURĂ DE BISMUT (Bi_2Te_3)

Aliaj semiconductor anorganic de bismut metalic și telururi metalice (cu teluru dopat cu aur sau argint). Acest aliaj poate fi prelucrat în continuare în semiconductori p- și n-conductori prin dopare cu diferiți atomi străini. Este utilizat în TEG-uri bazate pe termocuplu și pe elemente.

Prezența pe piață, poate fi utilizat la temperaturi scăzute spre medii ($> +300^\circ\text{C}$), eficiență bună (aprox. 8%, în funcție de diferența de temperatură dintre alți parametri).

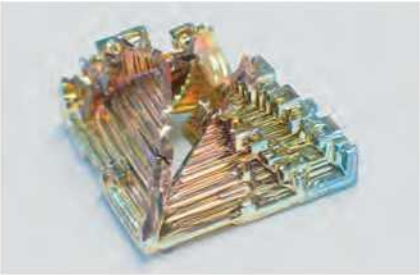
Nu poate fi utilizat în atmosfere puternic oxidante (de ex. arzătoare cu gaz).

DISILICID DE FIER (FeSi_2)

Aliaj semiconductor anorganic compus din fier metalic și siliciu metalic. Acest aliaj poate fi prelucrat în continuare în semiconductori p- și n-conductori prin dopare cu diferiți atomi străini. Este utilizat pentru TEG-uri bazate pe termocuplu.

☒ -----
Prezența pe piață, poate fi folosit la temperaturi joase și ridicate ($< +800^\circ\text{C}$), poate fi folosit în atmosfere puternic oxidante (ex. arzătoare cu gaz).

☐ -----
Eficiență scăzută (aprox. 3%, în funcție de diferența de temperatură dintre alți parametri), relativ scump.



Cristal de bismut. | Cristal de telur. | Siliciu policristalin de calitate solară.

SILIC GERMANIA (SiGe)

Aliaj semiconductor anorganic compus din siliciu și germaniu purificat de calitate metalurgică. Acest aliaj poate fi prelucrat în continuare în semiconductori p- și n-conductori prin dopare cu diferiți atomi străini. La fel ca și în celulele solare, va găsi, de asemenea, o utilizare viitoare în TEG-uri bazate pe elemente.

- Prezenta pe piața, poate fi folosit la temperaturi joase și ridicate (< +500°C), eficiența foarte bună (>15%, în funcție de diferența de temperatură dintre alți parametri), poate fi folosit în atmosfere puternic oxidante (ex. arzătoare cu gaz).

g

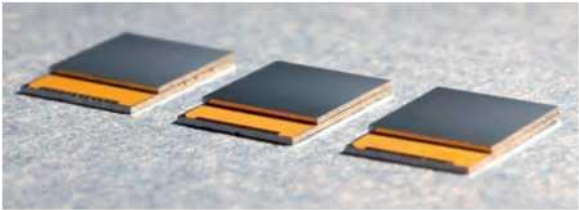
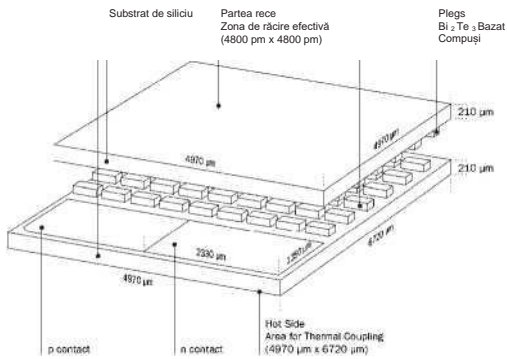
Trebuie prelucrat într-o formă mai pură decât, de exemplu, telurura de bismut.

generatoare termoelectrice (TEG) > produse

Deși operabile reversibil, generatoarele termoelectrice (TEG) sunt diferite de elementele Peltier (PE) sau modulele (PM). De exemplu, aliajele semiconductoare pot fi dopate cu diverși atomi străini. Lipitura nu poate fi folosită în contact cu surse de căldură la o temperatură mai mare de 250°C. Acestea sunt temperaturile obținute de obicei prin concentrarea radiației solare prin utilizarea lentilelor prepoziționate. În anumite situații, poate exista un număr mai mare de termocupluri în TEG decât în PE. Motivul pentru care TEG-urile nu au avut nici pe departe succes pe piață este eficiența lor mai scăzută, care este cotate între 3% și 4% (spre deosebire de eficiențe de peste 12% cu tehnologiile convenționale).

Producătorii de TEG s-au concentrat în general pe una dintre tehnologiile de mai sus. În timp ce unii producători oferă TEG-uri cu film subțire de dimensiuni foarte mici, de 5 mm x 5 mm, cu doar o ieșire electrică mică de câțiva 100 pW care generează o tensiune mai mică de 100 mV din diferențe de temperatură relativ mici, alți producători se concentrează pe TEG-uri mai mari și mai puternice și oferă module cu ieșiri electrice evaluate între 2,5W și 19W până la 19W diferențe de temperatură relativ mari.

Nu există TEG-uri cunoscute care să fi fost dezvoltate special pentru utilizare în arhitectură și să fi ajuns la pregătirea pieței. Universitățile din SUA și Europa lucrează la dezvoltarea și testarea sistemelor de față cu PE sau PM pentru climatizarea activă a încăperilor.



Tehnologie de Micropelt: reprezentare schematică a construcției unui TEG la microscală. | Trei TEG-uri la scară mică.

O dezvoltare în domeniul textilelor din 2002 ar putea fi transferată pentru a găsi aplicații în - arhitectură. Integrabile în țesături, cipurile termogeneratoare de siliciu au fost dezvoltate pentru a furniza o sursă de energie electrică fără baterii diversilor consumatori încorporați în îmbrăcămintea textilă. Acestea folosesc diferența mică de temperatură dintre interiorul și exteriorul textilelor pentru a genera puteri tipice de cca. 1,0 mW și tensiuni în gol de aprox. 10 V/cm² de la o diferență de temperatură de 5K (în: [13]).

Utilizarea TEG-urilor pentru a genera curent electric nu este nouă, dar până acum această tehnologie nu a reușit să aibă succes pe piață din cauza eficienței sale scăzute. Pe lângă optimizarea semiconducătorilor, de exemplu prin clasificarea diferitelor materiale, dezvoltatorii au căutat, de asemenea, să stabilească noi tehnologii pe bază de siliciu. Întrucât eficiența depinde de mărimea diferenței de temperatură, produsele sunt utilizate fie în căldura degajată de procesele de ardere, fie în radiația solară concentrată. Această din urmă aplicație prezintă un interes deosebit în arhitectură.

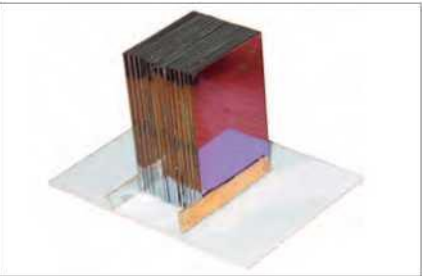
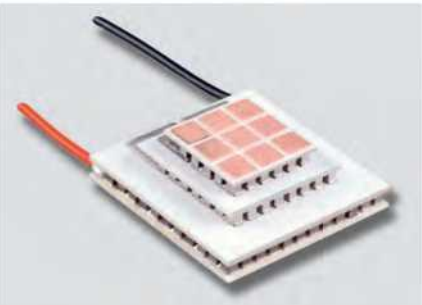
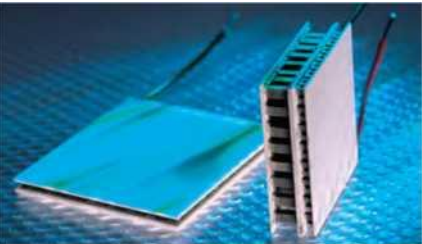
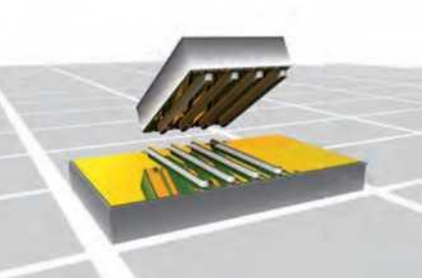
Următoarele TEG-uri sunt în prezent sau probabil vor fi disponibile în viitor și vor fi utilizate în domeniul arhitecturii:

MODULE DE TEG BAZATE PE TERMOCUPLURI, LA MICROSCALĂ (DE EX. TEHNOLOGIE CU MICROPELT)

Mai multe termocupluri de semiconductori care formează blocuri cu o grosime mai mică de 100 pm (TEG-uri cu peliculă subțire) grupate în module. Aceste produse pot fi fixate pe substraturi netede și flexibile, de exemplu sticlă sau membrane, fie mecanic, fie prin adeziv. Dimensiunea maximă a modulelor fabricate până în prezent este de 5 mm x 5 mm, puterea lor electrică este mai mică de 600 pW, tensiune sub 100 mV, curent mai mic de 40 mA, de la o diferență de temperatură mai mică de 20 K. Un demonstrator de tehnologie în curs de dezvoltare a dat o ieșire electrică de 0,045 W, o tensiune de 5 A 30 V și o diferență de temperatură de 5 A 30 V și o diferență de temperatură de 2,1 V. K. Ele pot fi utilizate pentru a furniza o sursă independentă de energie sau suport energetic senzorilor și altor microsisteme.

Prezența pe piață, generarea de curent electric din diferențe mici de temperatură, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii (< +250°C părți fierbinți), durată de înlocuire relativ lungă (aprox. 100 000 ore, comparabilă cu celulele solare cu siliciu).

3 -----
Eficiență scăzută (< 5%, în funcție de modul și temperatură), nu poate fi îndoită sau curbată.



Tehnologie de Micropelt: ilustrare a PE. | Tehnologie SCTB NORD: modul termoelectric. | Tehnologie de la FerroTec: formă specială de construcție a PE. | Demonstratoare de tehnologie de la SAM: modul format dintr-un bloc stratificat de elemente. | vizavi: sistem de aer condiționat pe bază de PM integrat într-o clădire în 1958, proiectat de departamentul de cercetare RCA. | Frigider cu PM, pe la 1958.

MODULE DE TEG BAZATE PE TERMOCUPLURI, LA SCALA MACROSCALĂ (DE EX. TEHNOLOGIE DE HI-Z)

Mai multe termocupluri de semiconductori care formează blocuri cu o grosime mai mică de 100 pm (TEG-uri cu peliculă subțire) grupate în module. Aceste produse pot fi fixate pe substraturi netede și flexibile, de exemplu sticlă sau membrane, fie mecanic, fie prin adeziv. Până în prezent, cu o dimensiune maximă de 75 mm x 75 mm, modulele sunt capabile să genereze o ieșire electrică de 19 W, o tensiune de 5 V, un curent de 8 A, de la o diferență de temperatură de 200 K. Pot fi folosite pentru a furniza o sursă de energie independentă sau suport energetic senzorilor sau altor macrosisteme și ca sursă de energie electrică universală.

Prezența pe piață, generarea de curent electric din diferențe mici de temperatură, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii (< +230°C, părți fierbinți), durată de înlocuire relativ lungă (aprox. 500 până la 5000 ore).

Eficiență scăzută (4,5%, în funcție de modul și temperatură), nu poate fi îndoită sau curbată, relativ costisitoare (aprox. 154 US \$/modul HZ-20, tehnologie Hi-Z).

MODULE DE TEG BAZATE PE ELEMENTE, LA SCALA MACROSCALĂ (TEHNOLOGIE BY SAM)

Mai multe elemente de semiconductori care formează benzi (TEG-uri cu film subțire sau gros) grupate în module. Aceste produse pot fi fixate pe substraturi netede și flexibile, de exemplu sticlă sau membrane, fie mecanic, fie prin adeziv. Până în prezent, cu o dimensiune maximă de 20 mm x 25 mm x 30 mm, modulele sunt capabile să genereze o tensiune de aprox. 2 V, un curent de aprox. 8 A, de la o diferență de temperatură de cca. 400 K. Pot fi utilizate pentru a furniza o sursă independentă de energie sau suport energetic senzorilor sau micro/macrosistemelor și ca sursă de energie electrică utilizabilă universal.

Generarea de curent electric (perechi electron-gaură) din diferențe mici de temperatură, poate fi folosită la temperaturi scăzute până la foarte ridicate (pe viitor < +1500°C partea caldă, dependentă de componentă), în viitor eficiență foarte bună (până la cca. 30%, în funcție de modul și temperatură), în viitor durată de înlocuire foarte lungă (> 100 000 de ore, comparabilă în viitor cu celula solară relativ ieftină), în viitor (aprox. euro/W).

Lipsa prezenței pe piață, nu poate fi îndoită sau curbată.



Produsele utilizate în prezent în arhitectură sau care ar putea fi relevante în viitor includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

TERMOCUPLURI pentru fabricarea de TEG-uri la scară mică (de exemplu, tehnologie de la Micropelt)

TERMOCUPLURI pentru fabricarea de TEG la scară macro (de exemplu, tehnologie Hi-Z)

ELEMENTE pentru fabricarea macroscalei TEG (tehnologie de SAM)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

MODULE de TEG la microscală pe bază de termocuplu (de exemplu, tehnologie de la Micropelt)

MODULE de TEG-uri la scară macro-pe bază de termocuplu (de exemplu, tehnologie Hi-Z)

MODULE de TEG-uri bazate pe elemente la scară macro (tehnologie SAM)

Pentru a asigura funcționalitatea pe termen lung a TEG-urilor, acestea nu trebuie să fie supuse la temperaturi peste cele specificate pentru produsul respectiv. În plus, conexiunile electrice nu trebuie să fie întrerupte sau deteriorate, de exemplu de sarcini mecanice, astfel încât să fie reduse în secțiune transversală. Trebuie prevenit contactul direct cu apa, mediile umede și/sau corozive.

generatoare termoelectrice (TEG) > proiecte

În momentul de față nu sunt cunoscute aplicații ale generatoarelor termoelectrice (TEG) pentru a genera curent electric în anvelopele clădirilor. Cercetările actuale, în principal în SUA și Europa, examinează utilizarea efectului Peltier în anvelopele clădirilor pentru a climatiza încăperile prin procese active de răcire și încălzire. Că această idee nu este nouă o arată dezvoltarea anterioară de la sfârșitul anilor 1950 a companiei americane RCA, care, împreună cu Bell Telephone și Westinghouse, a lucrat la o serie de aplicații pentru „convertoare termoionice” și a demonstrat în 1958 un sistem de aer condiționat electronic, fără ioni de vibrații, echipat corespunzător, pentru clădiri, care a fost primul de acest gen la acel moment cu o tehnologie RCA dezvoltată la acea vreme.

Cercetătorii actuali caută să integreze elemente Peltier (PE) în sisteme multistrat pentru anvelopele clădirilor, de exemplu ca componente active de climatizare în sere, încapsulate între două geamuri convenționale de sticlă. Configurate corespunzător, acestea ar putea genera independent curent electric pentru răcirea activă atunci când temperaturile cresc prea mult în interiorul clădirii vitrate.

O dezvoltare mai complexă care utilizează PE cu două părți fierbinți vine din SUA. În sistemul cu două învelișuri, pielea interioară climatizează în mod activ încăperile cu PE-urile sale plate, cu două fețe, active încălzibile, în timp ce pielea exterioară generează curentul electric necesar din aranjamentul său plat de elemente fotovoltaice.

În cazul în care costurile scad în viitor sub 1 euro/watt, așa cum se prevedea, TEG-urile ar putea fi utilizate și în anvelopele clădirilor, de exemplu prin integrarea convertoarelor adecvate în membrane textile pentru clădiri rezidențiale și de agrement. Acest lucru ar putea fi realizat în primul rând prin țeserea unei membrane într-un mod convențional încorporând fire conductoare electrice, apoi acoperirea acestora cu PVC și, în cele din urmă, trecerea printr-o linie de producție automată pentru a produce module TEG individuale într-un model prestabilit pentru a crea contact electric.

PIEZOELECTRIC SMART MATERIALS > MATERIALS, PRODUCTS, PROJECTS

These types of smart materials have inherent properties that enable them to generate electric charges when deformed by mechanical effects, e.g. compression.

The following piezoelectric smart materials are currently of interest to architects:

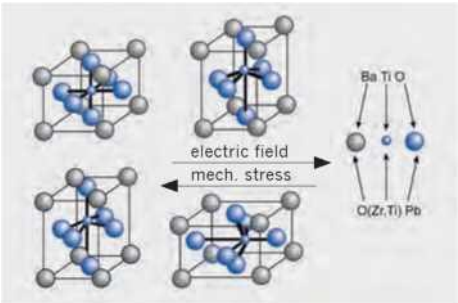
PIEZOELECTRIC CERAMICS (PEC)

PIEZOELECTRIC POLYMERS (PEP)

Other piezoelectric smart materials are:

PIEZOELECTRIC MONOCRYSTALS

Piezoelectric monocrystals include, for example, natural quartz crystals and tourmaline crystals, which have good piezoelectric properties but are only of secondary importance in their technical application. Crystals of sodium potassium tartrate found earlier use in the manufacture of sound pick-up cartridges. Today it is predominantly polycrystalline ceramics and polymers that are used, in particular for sensor and actuator technology.



Reprezentarea schematică a efectului piezoelectric și invers piezoelectric asupra structurii cubice și tetragonale a titanatului de zirconat de plumb (PZT) și a titanatului de bariu (BaTiO3).

ceramica/polqmer piezoelectric (PECJPEP) > materiale

Ceramica piezoelectrică (PEC) și polimerii piezoelectrics (PEP), adesea denumiți piezoce ramici și piezopolimeri, sunt materiale anorganice sau organice care, atunci când sunt supuse unei sarcini mecanice, generează sarcini electrice pe suprafețele lor ca urmare a deformării prin modificări ale distribuției sarcinii. În sens invers, ele își pot schimba forma prin aplicarea unei tensiuni. Aceste fenomene sunt descrise ca efect piezoelectric și, respectiv, piezoelectric invers.

Efectul piezoelectric a fost descoperit în 1880 de frații Curie în sare naturală Rochelle (sau tartrat de sodiu și potasiu tetrahidrat, cunoscută și sub numele de sare Seignette), turmalină și cristale de cuarț. Ei au descoperit că sarcinile electrostatice rezultă din încărcarea mecanică a suprafețelor de cristal. Aceste sarcini sunt proporționale cu mărimea sarcinii. Printre primele utilizări au fost traductoarele cu ultrasunete și rezonatoarele de cuarț pentru stabilizarea frecvenței. În 1950, un brevet pentru un amplificator de încărcare a fost acordat lui Walter P. Kistler, ceea ce a contribuit la asigurarea adoptării pe scară largă a tehnologiei de instrumentare piezoelectrică. Primii senzori piezoelectrics au fost dezvoltati aproximativ zece ani mai târziu. În 1969 s-au descoperit primele materiale polimerice piezoelectrice foarte active. La sfârșitul anilor 1990, o companie finlandeză a dezvoltat un film electret cvasi-piezoelectric, care este utilizat în principal pentru senzori într-un număr de aplicații diferite.

Materialele și componentele utilizate în general ca PEC includ, printre altele:

CERAMICA COMPOZĂ INORGANICĂ DOPATĂ
Titanat de zirconat de plumb (PZT), niobat de magneziu de plumb (PMN), titanat de bariu (BaTiO3).

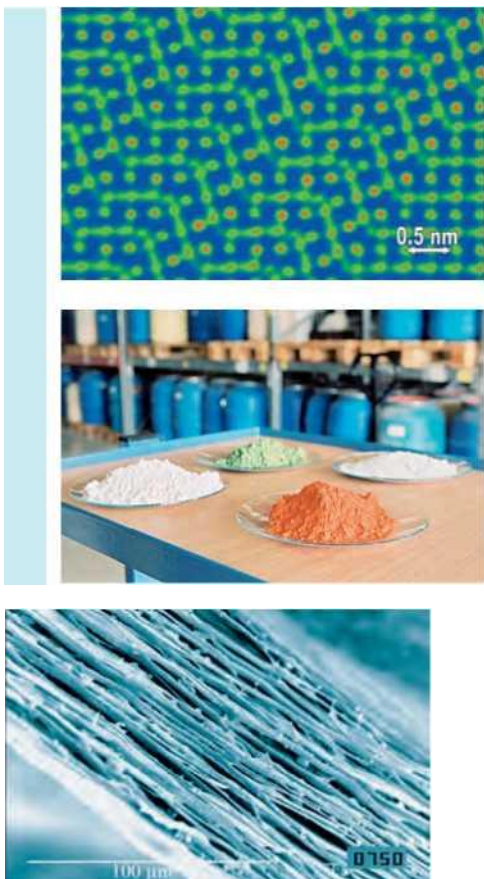
Materialele și componentele utilizate în general ca PEP includ, printre altele:

POLIMERI ORGANICI

Fluorura de poliviniliden (PVDF).

Materialele și componentele utilizate în general ca QPEP includ, printre altele:

POLIMERI ELECTRET ORGANICI
Poliolefine (polietilenă (PE), polipropilenă (PP)).



Fotografia SEM a structurii cristaline a titanatului de bariu (BaTiO_3), culoare îmbunătățită digital. | Diverse pulberi piezoceramice. | Fotografia SEM a filmului electret pe bază de poliolefină multistrat.

Următoarele materiale și componente de încărcare electrică sunt sau ar putea fi importante în viitor în domeniul arhitecturii:

TITANAT DE ZIRCONAT DE PLUMB (PZT)

Compus anorganic din plumb (Pb), oxigen (O) și titan (Ti) sau zirconiu (Zr). Așa-numitele ceramice dure și moi pot fi produse prin dopare cu atomi străini. Ceramica moale se schimbă mai ușor de câmpurile electrice decât ceramica tare. Proprietățile lor piezoelectrice sunt rezultatul tratamentului termoelectric prin sinterizare și apoi polarizare sub influența unui câmp electric de curent continuu. Una dintre utilizările sale este pentru actuatorii de înaltă tensiune.
³ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, poate fi realizată în aproape orice formă, rigiditate ridicată, constantă dielectrică ridicată, relativ ieftin în comparație cu PVDE

☐ :
Sensibil la umiditate, capacitate redusă de tracțiune și forfecare, toxic.

FLUORURĂ DE POLIVINILIDEN (PVDF)

Plastic termoplastic semicristalin sintetizat din acid fluorhidric și formă de metilcloro. Proprietatea sa piezoelectrică este rezultatul tratamentului mecanic-electric prin întindere și apoi polarizare sub influența unui câmp electric de curent continuu. Utilizările sale includ senzori.

O :
Prezența pe piața, poate fi realizată în cantități mari, foarte elastică, netoxică, insensibilă la umiditate, relativ ieftină în comparație cu PZT.

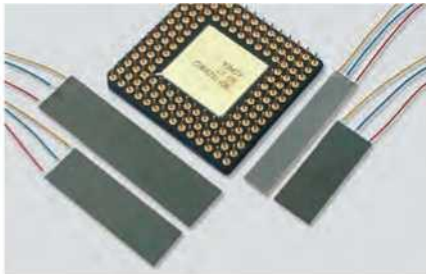
3 :
Formabilitate limitată, rezistență scăzută la UV.

POLIOFINE (POLIETILEN (PE), POLIPROPILEN (PP))

Plastic termoplastic semicristalin sintetizat din olefine precum etilena sau propilena în prezența catalizatorilor prin polimerizare. Proprietățile lor cvasi-piezoelectrice sunt rezultatul tratamentului electric prin încărcarea electrostatică permanentă a bulelor de gaz injectate anterior la presiune ridicată. Utilizările lor includ senzori, printre altele.

a :
Prezența pe piața, se poate realiza în cantități mari, foarte elastic, non-toxic, insensibil la umiditate.

3 :
Poate fi folosit doar la temperaturi scăzute (-20°C până la +50°C), formabilitate limitată, rezistență scăzută la UV, relativ scump în comparație cu PZT.



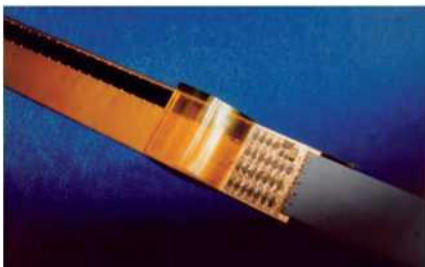
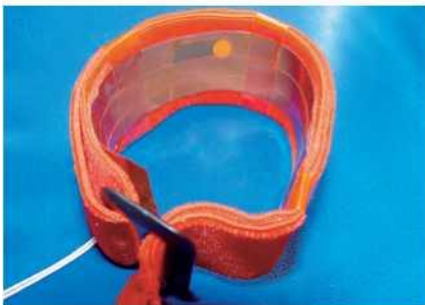
ceramica/polimeri piezoelectrici (PEC, PEP) > produse

Ceramica piezoelectrică (PEC) și polimerii piezoelectrici (PEP) pot genera sarcini electrice sub efectul sarcinilor mecanice și al deformațiilor rezultate; pot genera și deformatii sub efectul campurilor electrice. În timp ce efectul piezoelectric este utilizat în principal în tehnologia senzorilor, efectul piezoelectric invers este utilizat în principal pentru actuatore.

Ceramica și polimerii au fost utilizați doar într-o măsură secundară ca generatoare piezoelectrice, deoarece puterea și curentul obținut de la produsele disponibile în prezent sunt foarte scăzute în comparație cu celulele solare. În timp ce marii producători de materiale și produse piezoceramice, activi la nivel internațional, au dezvoltat și au scos pe piață niciunul sau foarte puțini generatoare proprii, câteva companii specializate s-au concentrat pe dezvoltarea și comercializarea de generatoare de diferite dimensiuni pentru utilizare în sisteme la scară micro și macro-independente de energie în domeniul tehnologiei senzorilor. Unele dintre aceste produse au fost dezvoltate pentru utilizare în arhitectură, de exemplu pentru a furniza o alimentare independentă cu energie electrică senzorilor de control de la distanță din comutatoare. Foliile au fost dezvoltate pentru a fi utilizate sub suprafețele de mers ale podelelor, care pot indica sarcina pe podea din modificările de sarcină cauzate de oamenii care merg pe acesta.

În principiu, actuatorele din materiale piezoceramice pot fi folosite și ca generatoare. Așadar, numitele actuatore de îndoire sunt foarte potrivite pentru aceasta, deoarece pot avea distante de deplasare relativ mari în comparație cu actuatorele liniare. Ele sunt de interes pentru arhitecți deoarece pot fi folosite într-un mod relativ simplu pentru a genera sarcini electrice din vibrațiile clădirii cauzate de vânt sau de mișcarea oamenilor.

Technology by PI Ceramic: various multilayer bender actuators with connection wires, microprocessor to equalise sizes. | Various multilayer bender actuators with integrated positioning sensors. | Various multilayer linear actuators with ceramic insulation. | Various prestressed multilayer linear actuators, some fitted with connection wires. | CFP structure with integrated multilayer linear actuators (PICA actuator).



Tehnologie Mirow: diverși senzori cu film polimeric (convertoare de presiune) din folii piezoelectrice PVDF: matrice piezosenzoră pentru analiza debitului. | Șapte piezosenzori aranjați unul lângă altul pe un suport de plastic transparent. | Banda senzor pentru măsurarea pulsului. | 50 de senzori de îndoire pentru teste de impact.

Următoarele produse bazate pe PEC-uri și PEP-uri se numără printre cele disponibile în prezent sau probabil vor fi disponibile în viitor și vor fi utilizate în arhitectură:

ACTUATOARE MULTISTRATURI FABRICATE DIN TITANAT DE ZIRCONAT DE PLUMB (PZT) (DE EX. TEHNOLOGIE DIN PI CERAMIC)

Servomotoare liniare monolitice de îndoit realizate din cca. Straturi piezoceramice groase de 50 pm cu electrozi interni de argint paladiu și izolație ceramică. Ele pot fi prinse la unul sau ambele capete, în funcție de formă și design. Ele pot fi utilizate, de exemplu, ca generatoare piezoelectrice, senzori independenți de energie (efect piezoelectric) și pentru micropoziționare și absorbție a vibrațiilor (efect piezoelectric invers) pe sisteme la scară micro și macro.

O-----

Prezența pe piață, poate fi utilizată la temperaturi scăzute spre medii ($< +250^{\circ}\text{C}$, în funcție de modificarea PZT printre alți parametri), distanțe de parcurs relativ mari realizabile în comparație cu actuatorii liniare multistrat ($> 2\text{ mm}$, în funcție de dimensiuni și tensiuni printre alți parametri), cu izolație ceramică în mare măsură insensibilă la umiditate, viață foarte lungă de înlocuire ($> 000000000000000000000000$ de cicluri). În rest, ca și pentru PZT de mai sus.

B-----

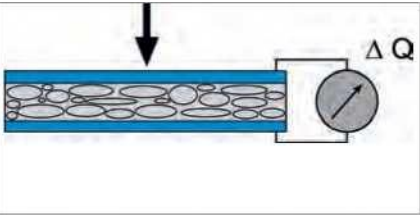
Generează tensiuni relativ mici ($< \pm 30\text{ V}$), deformările trebuie să fie în limitele admisibile, adică max. Cu 10% mai mult decât distanța de deplasare a actuatorului, forță de acționare relativ scăzută care poate fi realizată în comparație cu actuatorii liniare multistrat.

ACTUATOARE LINEARE MULTISTRATURI (TRADUCĂTOARE DE STACK, CONVERTORE LINEARE) DIN TITANAT DE ZIRCONAT DE PLUMB (PZT) (DE EX. TEHNOLOGIE DIN PI CERAMIC)

Convertoare liniare realizate de ex. din aprox. Straturi piezoceramice stivuite, cu electrozi interni, care sunt sinterizați împreună pentru a forma un monolit, cu grosimea de 25 p.m. până la 100 p.m., în formă de bloc sau disc. Ele pot fi atașate mecanic pe suprafețe plane, de exemplu prin prindere sau prin lipirea pieselor superioare sau inferioare ale unității. Pot fi utilizați ca generatoare piezoelectrice, senzori independenți de energie (efect piezoelectric) și pentru micropoziționare și absorbție a vibrațiilor (efect piezoelectric invers) pe sisteme la scară micro și macro. ³ Prezența pe piață, poate fi utilizat la temperaturi medii ($< +250^{\circ}\text{C}$, în funcție de modificarea PZT printre alți parametri), viață de înlocuire foarte lungă ($> 1000\ 000$ de cicluri), cu izolație ceramică în mare măsură insensibilă la umiditate. În rest, ca și pentru PZT de mai sus.

3-----

Generează tensiuni relativ mici ($< \pm 30\text{ V}$), deformările trebuie să fie în limitele admisibile, adică max. Cu 10% peste distanța de deplasare a actuatorului, distanță relativ scurtă de deplasare realizabilă în comparație cu actuatorii liniare multistrat ($< 200\text{ pm}$, depind de dimensiuni și tensiuni printre alți parametri).



Alte forme constructive ale actuatorilor bazate pe PEC sunt:

**ACTIONATE LAMINARE (ACTIONATE DE CONTRACȚIE)
ACTUATORE TUBE (TUBURI)
ACTIONATE DE FORFECARE
PIEZOMECANICA CU SETARE INTEGRATĂ A RAPORTULUI PÂRGIILOR
ETAPE PIEZOALE**

SENZORI POLIMER (CONVERTOARE DE PRESIUNE) FĂCȚIȚI DIN POLIVINILIDENFLUORIDE (PVDF) (DE EX. TEHNOLOGIA MIROW)

Compozite plate realizate din straturi (filme) transparente cu un singur sau mai multe straturi de fluorură de poliviniliden (PVDF), cu acoperiri subțiri conductoare de electricitate pe ambele părți, de exemplu din metale depuse la vapori, înconjurate de folii metalice sau folii de plastic conductoare, care acționează ca electrozi. Pot fi adăugate și alte acoperiri de protecție, de exemplu PET Disponibil în diferite dimensiuni. Ele pot fi atașate pe substraturi plate, rotunde și flexibile prin fixare mecanică sau prin lipire. Pot fi utilizați ca senzori independenți de energie (efect piezoelectric) și pentru deformare (efect piezoelectric invers) pe componente sau sisteme la scară micro și macro.

Prezența pe piață, viață lungă de înlocuire (> 1000 000 de cicluri), rezistență ridicată la compresiune, insensibil la impact, poate fi tăiat la formă, poate fi îndoit (în funcție de electrozii utilizați). În rest, ca și pentru PVDF de mai sus.

Pot fi generate doar tensiuni relativ joase spre medii (< ±200 V/pm); deformările trebuie să fie în limitele admise. În rest, ca și pentru PVDF de mai sus.

SENSORI ELECTRET DE FILM DE POLIMERI (CONVERTOARE DE PRESIUNE) FĂCUTĂ DIN POLIOL FINĂ (DE EX. TEHNOLOGIE BY EMFIT)

Compozite plate realizate din mai multe straturi de peliculă pe bază de poliolefină, cu bule de gaz încărcate electrostatic, ambele părți sunt închise în folie subțire de aluminiu, care acționează ca electrozi. S-ar putea adăuga și alte acoperiri de protecție, de exemplu PET. Disponibil în diferite forme și dimensiuni, de exemplu ca role de 580 mm lățime. Aceste produse pot fi fixate pe suporturi netede și flexibile, de exemplu pe sau sub pardoseli, pe scaune sau paturi, fie mecanic, fie prin adeziv. Pot fi utilizați ca senzori independenți de energie (efect cvasi-piezoelectric). Pentru a-și amplifica ieșirea pot fi amplasate în serie cu amplificatoare de tensiune sau de încărcare, sau cu așa-numitele unități de control, care în momentul de față necesită o sursă de alimentare separată, pentru indicație optică sau acustică.

Prezența pe piață, viață lungă de înlocuire (> 1000 000 de cicluri), rezistență ridicată la compresiune, insensibil la impact, poate fi tăiată la formă. În rest, ca și pentru poliolefinele de mai sus.

Pot fi generate doar tensiuni relativ joase spre medii (< ±200 V/pm); deformările trebuie să fie în limitele admise, nu pot fi indoite. În rest, ca și pentru poliolefinele de mai sus.

Tehnologie Emfit: reprezentare schematică a construcției și funcționării unui senzor de film polimeric electret. | Senzor de film polimer electret rulat cu cablu de conectare pentru conectarea la o unitate de control. | Tehnologie de la EnOcean: modul transmițător radio piezo PTM 100 cu model rocker.

Produsele utilizate în prezent în arhitectură sau care ar putea deveni relevante în viitor includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

ACTUATORE DE ÎNLEGARE MULTISTRATURI fabricate din sau încorporate din titanat de zirconat de plumb (PZT) (de exemplu, tehnologie PI Ceramic)

ACTUATOARE LINEARE MULTISTRATURI (translatoare de stivă, convertoare liniare) fabricate din sau care încorporează PZT (de exemplu, tehnologie PI Ceramic)

ACTUATOARE LAMINARE (actuatoare de contracție) fabricate din sau care încorporează PZT (de exemplu, tehnologie de PI Ceramic)

ACTUATOARE TUBE (tuburi) fabricate din sau care încorporează PZT (de exemplu, tehnologie PI Ceramic)

ACTIONATE DE FORFECARE realizate din sau care încorporează PZT (de exemplu, tehnologie de la PI Ceramic)

PIEZOMECANICA cu setare integrată a raportului de pârghie realizată din sau care încorporează PZT (de exemplu, tehnologie de la PI Ceramic)

ETAPE PIEZO realizate din sau încorporând PZT (de exemplu, tehnologie de la PI Ceramic)

SENSOR DE FILM POLIMERI (convertor de presiune) fabricat din fluorură de poliviniliden (PVDF) (de exemplu, tehnologie Mirow)

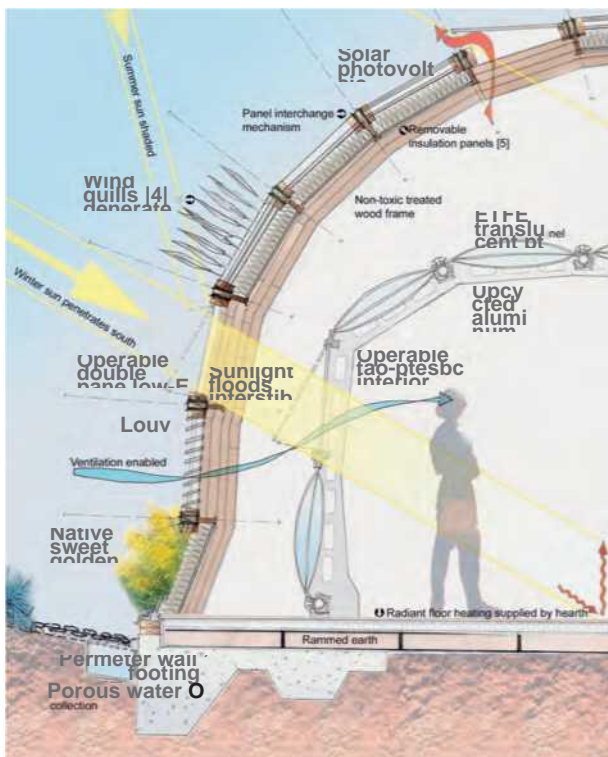
SENSOR ELECTRET DE FILM POLIMERI (convertor de presiune) fabricat din poliolefine (de exemplu, tehnologie Emfit)

Structură CFRP cu, de exemplu, actuatoare liniare multistrat integrate (translatoare de stivă, convertoare liniare) care încorporează PZT (de exemplu, tehnologie de la PI Ceramic)

MODUL EMITĂTOR RADIO PIEZO (tehnologie EnOcean)

PARDOSEALĂ cu SENSOR FILM POLIMERI Electret (convertor de presiune) din POLIOFINE (ex. tehnologie Emfit)

Pentru a asigura funcționalitatea pe termen lung a produselor bazate pe PEC și PEP, acestea nu trebuie să fie supuse unor sarcini mecanice sau electrice mai mari decât cele specificate pentru produsul respectiv. În plus, conexiunile electrice nu trebuie întrerupte sau deteriorate de sarcini mecanice, astfel încât acestea să fie reduse în secțiune transversală. Contactul direct cu mediile umede și/sau corozive este dăunător pentru PEC chiar și cu izolație și, prin urmare, trebuie prevenit.



Clădire cu celule solare (partea de sud) și plăci de vânt (partea de nord) conectate la celule piezoelectrice: MATscape, Mitchell Joachim, Lara Greden, Whitney Jade Foutz, Wendy Meguro, Luis Rafael Berrios- Negrón (2005).

ceramica/polimer piezoelectric (PEC, PEP) > proiecte

Utilizarea actuatorilor de îndoire în domeniul arhitecturii este în prezent studiată la numeroase universități. În 1998, de exemplu, Fundația Germană de Cercetare (DFG) a format un grup special de cercetare 409 pentru structuri adaptive din aeronave și construcții ușoare pentru a investiga utilizarea acestora în alte aplicații; până acum acest grup și-a încheiat munca. Un aspect important este utilizarea componentelor care încorporează materiale piezoelectrice pentru reducerea activă a sunetului și pentru absorbția vibrațiilor în componentele clădirii. În aceste domenii a existat o cooperare cu alte grupuri de cercetare în domeniile călătoriilor aeriene și spațiale și științei materialelor, printre altele.

Pe lângă utilizarea efectelor piezoelectrice inverse, există și unele aplicații pentru produse care exploatează efectul piezoelectric. De exemplu, clădirea aviva MUNICH din cartierul comercial din München dispune de comutatoare radio piezo controlate de la distanță, fără baterie, pentru acționarea jaluzelelor și iluminatul din încăperile birourilor. Tehnologia radio permite renunțarea la cablaj și a cutiilor încastrate. Aranjamentele interne ale pereților sunt mai flexibile, iar pereții pot fi mutați relativ ieftin.

Utilizarea senzorilor cu film polimeric electret deschide, de asemenea, câteva posibilități interesante. Una dintre utilizările acestor senzori extrem de sensibili la presiune și foarte subțiri este pentru instalarea sub pardoseli. În Finlanda, în 2005, etajele a două celule de detenție dintr-o secție de poliție mică au fost echipate cu aceste dispozitive ca experiment. Senzorii au fost plasați între suprafața podelei de beton și acoperirea podelei din linoleum. Dacă secția de poliție nu are echipaj și prizonierii evadează din celule, sistemul alertează o secție învecinată printr-o rețea digitală de telefonie mobilă. În Japonia, a fost dezvoltat sistemul Kaimin, destinat utilizării în „camere inteligente” și complet echipat cu senzori. Sistemul a folosit senzori de film polimeric ca senzori de somn în capetele de pat.

CUM se transformă Lumina în sunet

Material monosmart Aplicație Monosmart
Materiale inteligente generatoare de energie electrică, care își schimbă forma:
PLĂCI ȘI PIETRE CU ELEMENTE PEC (ACTUATORI LINEARI)
Instalare de sunet controlată de lumină și hardware

Felix Hess, Olanda
Instalare sunet | Varșovia Toamna, Centrul de Artă Contemporană, Varșovia, Polonia (1996)

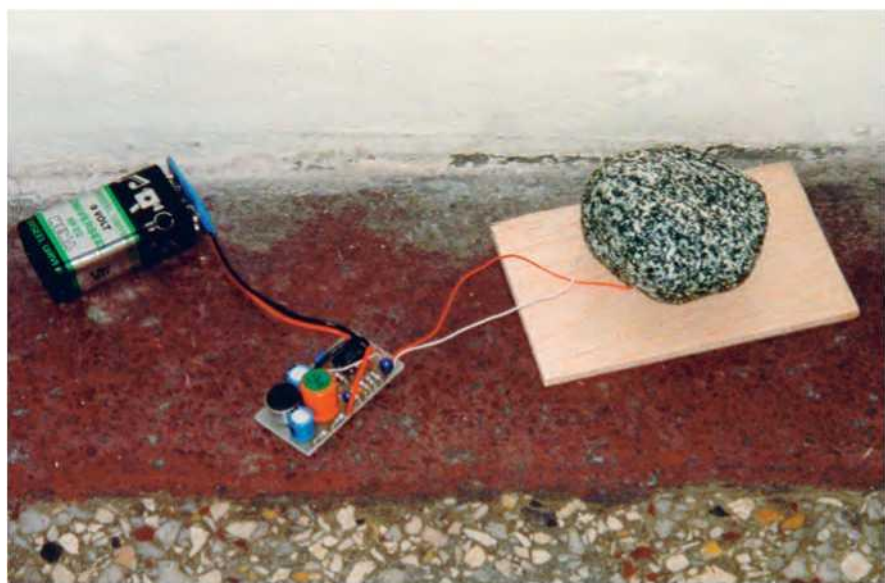
How Light Is Changed Into Sound este numele unei serii de instalații sonore interactive ale artistului olandez Felix Hess. Fizicianul cercetător a dezvoltat mici aparate electronice de sunet (descrise de el drept „trosnitori”), care reacționează la modificările presiunii și luminozității aerului cu zgomote sporadice, neregulate; ascultătorul asociază aceste sunete cu crocâitul broaștelor.

Fiecare dintre aceste aparate de sunet constă dintr-o placă de circuite mici pe care puținele componente electronice necesare sunt lipite și conectate prin fire la o sursă de joasă tensiune; generatorul de sunet propriu-zis este conectat la un circuit de alimentare. În timp ce în instalația *It's in the Air*, plăcile de circuite folosite pentru a reacționa la modificările presiunii aerului au fost echipate suplimentar cu senzori de sunet și o baterie convențională de 9 volți, pentru instalația sa *How Light Is Changed Into Sound*, artistul a folosit panouri solare mici.

În ambele cazuri, generatorul de sunet constă dintr-un element piezo cu fir, care funcționează împreună cu o piatră mică și o placă de sunet din lemn de balsa pe partea inferioară pentru a amplifica sunetul. Curentul electric generat și care circulă prin elementul piezo îl deformează într-o manieră semi-ritmică și excită placa de sunet să vibreze.

Pentru instalația sa *How Light Is Changed In Sound* de la festivalul cultural Toamna de la Varșovia, artistul a instalat patru astfel de generatoare de sunet pe podea într-o jumătate de încăpere, distanțate și conectate între ele printr-o placă de circuit centrală. Pe lângă placa de circuit, fiecare generator de sunet a fost conectat la patru panouri solare mici pe fiecare parte. Lumina soarelui a pătruns în diferite calități prin trei deschideri de fereastră. În funcție de variațiile dinamice tranzitorii ale luminozității din încăpere și de numărul și schimbările de poziție ale observatorilor, panourile solare au generat cantități variate de curent care au - animat camera neobservată cu zgomote neregulate de clicuri.

Cum se transformă lumina în sunet: vedeți în camera de instalare cu cei patru „cracklers”. | Fotografie în prim-plan a unui generator de sunet pentru instalația It's in the Air.



□ qnaf l ex poi

Materiale monosmart | Aplicație Polysmart Materiale inteligente care schimbă culoarea și optic:

STICLA CU ACOPRIMI ELECTROOPTICE

Materiale inteligente generatoare de energie electrică:

ACTUATORI BENDER CU PIEZOCERAMIC DIN PZT

O construcție care își schimbă în mod dinamic proprietățile de transmisie a luminii ca răspuns la sarcinile sub tensiune și vibrațiile mecanice

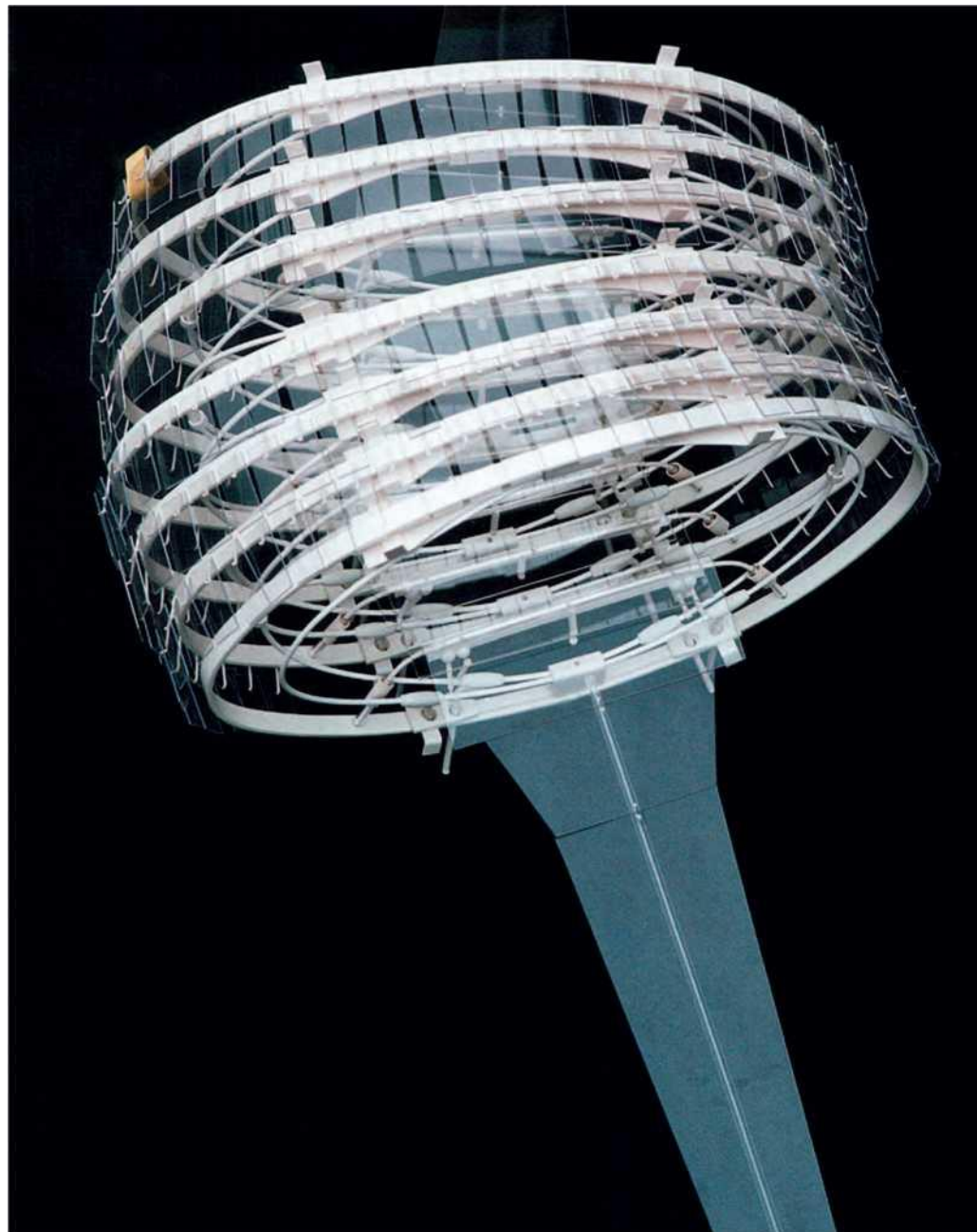
Axel Ritter , Germania

Pavilion cu greutate controlată cu anvelopa clădirii care se schimbă optic | Germania (1995)

Dynaf lex p01 este o structură reactivă, mecanică, capabilă să transporte trafic pietonal, care reacționează la schimbarea sarcinilor interioare sub tensiune cu expansiuni și deformări și poate fi numită biomecanoid.

Construcția se dorește a fi un pavilion și este aproape complet compusă din plastic armat cu fibră de sticlă. Este format din șapte module de secțiune transversală eliptică. Fiecare modul are un inel exterior și două inele interioare adiacente, care sunt atașate unul de celălalt pe părțile laterale de la vârfurile elipsei. Inelele exterior și interior sunt susținute la podea printr-o traversă cu lagăre cu arc prin intermediul a două perechi de bare, inelul interior având două baze sprijinite pe podea.

Fiecare traversă poartă o placă de distribuție a sarcinii care se mișcă vertical. Când este încărcat, traversa se deplasează spre dreapta, stânga sau ușor în jos. Acest lucru face ca secțiunea transversală a inelului exterior să devină mai circulară, iar perechile de lonjeroane conectate presează inelele interioare: ca urmare, pavilionul își schimbă lungimea în funcție de deformare. Pe lângă mișcările la dreapta, la stânga și la dreapta, nodurile de conexiune laterală se deplasează în sus sau în jos pentru a afecta deschiderile a două module învecinate, care își pot schimba pozițiile în orice direcție.



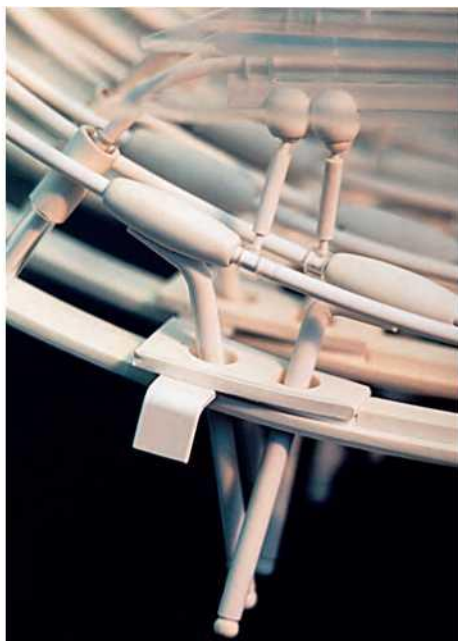
Dynaf lex p01: model demonstrativ cu fire de susținere echipate cu actuatore piezoelectrice de îndoire și elemente de sticlă electrooptic/cromic atașate individual.

Pielea externă este formată din elemente de sticlă electrooptică. Aceste elemente sunt atașate în rânduri de inelul exterior și fixate pe o coroană de fire de susținere flexibile cu secțiuni transversale rotunde și echipate cu dispozitive de îndoire piezoelectrice. Acest lucru asigură că elementele de sticlă și firele de păr de susținere nu sunt deteriorate pe suprafețele relativ curbate.

Tensiunile sunt generate în funcție de vibrațiile provocate de vânt sau de oameni, ceea ce determină, la rândul său, straturile electrooptice, prin intermediul unităților electronice conectate, să se schimbe mai mult sau mai puțin dinamic de la transparent la opac. Astfel, activitățile care au loc pot fi deslușite nu numai din formațiuni, ci și din elementele de sticlă ale pielii exterioare. În plus, ar fi posibilă afișarea stărilor critice de încărcare cauzate de solicitările mecanice. Stările de încărcare ar fi vizualizate în modificările de culoare ale elementelor de sticlă ale straturilor electrochimice corespunzătoare.

Principiul expansiunii mecanice controlate în funcție de greutate, așa cum este utilizat aici, precum și expansiunile și deformațiile potențiale care decurg din acesta, pot fi transferate la alte tipuri de structuri de construcție. O clădire proiectată cu acest principiu ar putea oferi o flexibilitate sporită de utilizare prin revendicarea temporară a spațiului suplimentar. De exemplu, în cazul utilizării ca grădiniță ar putea fi asigurat un spațiu interior suplimentar dimineața, care ar fi apoi disponibil ca loc de joacă sau parcare în alte părți ale zilei.

Dynat | ex pOI: Camă de acționare pentru modificarea geometriei, inelele interioare și exterioare ale unui modul, detaliu interior. | Plăci de distribuție a încărcăturii cu traverse care presează pe inelele exterioare. | Conectarea plăcii de distribuție a sarcinii, a perechii de bare inele interioare și exterioare. | Detaliu interior.



energq-schimb de materiale inteligente

Materialele inteligente care schimbă energie, inclusiv materialele inteligente care stochează energie, sunt materiale și produse care sunt capabile să stocheze energie, atât energie sensibilă, cât și energie latentă, de exemplu sub formă de lumină, căldură, electricitate sau hidrogen, și prezintă cel puțin o anumită reversibilitate.

Materialele inteligente de stocare a energiei disponibile pe piața actuală pot fi diferențiate după cum urmează:

MATERIALE INTELIGENTE PENTRU LUMINĂ Aceste materiale au proprietăți inerente care le permit să stocheze energie sub formă de lumină.
MATERIALE INTELIGENTE PENTRU CĂLDURĂ Aceste materiale au proprietăți inerente care le permit să stocheze energie sub formă de căldură și frig (căldură negativă).
MATERIALE INTELIGENTE PENTRU DEPOZITARE A ELECTRICITĂȚII Aceste materiale au proprietăți inerente care le permit să stocheze energie sub formă de electricitate.
MATERIALE INTELIGENTE PENTRU DEPOZITARE A HIDROGENULUI Aceste materiale au proprietăți inerente care le permit să stocheze energie sub formă de hidrogen.

Materialele inteligente de stocare a căldurii sunt discutate în secțiunea următoare. Unele materiale inteligente care emit lumină au, de asemenea, capacitatea de a stoca lumină și, prin urmare, materialele inteligente care stochează lumină sunt discutate în acea secțiune (a se vedea materialele inteligente care emită lumină, pp. 110 și urm.). Materialele inteligente pentru stocarea energiei electrice nu sunt suficient de dezvoltate în acest moment și există puține informații disponibile despre acestea. O serie de sisteme de stocare a energiei electrice utilizate în prezent, de exemplu acumulatorii cu plumb, cu capacitatea lor redusă în condiții de frig, au un grad de reversibilitate. Cu toate acestea, pentru aceste produse, această reversibilitate este în mod normal nedorită. Noile dezvoltări în acest domeniu încearcă să elimine o mare parte din această dependență de temperatură. Hidrații metalici sunt - adecvați în special pentru a fi utilizați ca materiale de stocare a hidrogenului, dar, deoarece nu sunt reversibili, nu pot fi clasificați drept materiale inteligente.



Tehnologie GLASSX: sistem de geam termoizolant care direcționează lumina cu hidrat de sare PCM; vedere interioară a unității instalate.

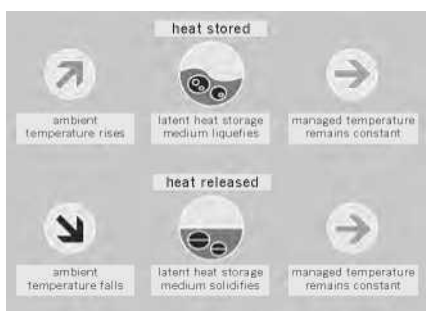
MATERIALE INTELIGENTE PENTRU APOZITARE A CĂLDURII > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

Aceste materiale au proprietăți inerente care le permit să stocheze energie sub formă de căldură și rece (căldură negativă) ca energie latentă.

Următoarele materiale inteligente de stocare a căldurii latente sunt în prezent de interes în domeniul arhitecturii:

MATERIALE DE SCHIMBARE DE FAZĂ (PCM)

Alte materiale și produse cu capacitate relativ mare de stocare a căldurii și/sau disipare relativ scăzută a căldurii nu sunt de obicei incluse printre materialele inteligente și nu vor fi discutate în continuare aici.



Reprezentare schematică a funcționării unui mediu de stocare a căldurii latente.

materiale cu schimbare de fază (pern) > materiale

În principiu, toate materialele care își pot schimba starea în mod reversibil ca răspuns la influențele externe sunt clasificate ca materiale cu schimbare de fază (PCM). Tipul de influență sau de încărcare care instigă schimbarea fazei nu este important. Majoritatea materialelor cunoscute prezintă schimbări de fază dependente de temperatură. Există și alte influențe, de exemplu stimuli chimici sau absorbția de materie, care pot declanșa schimbări de fază și acestea sunt adesea asociate cu modificări ale elasticității. În plus față de stările de solid, lichid și gaz, există și alte stări, în mare măsură stabile, la nivel mediu, cum ar fi starea coloidală derivată din geluri.

În industria construcțiilor și arhitecturii, termenul PCM a devenit aplicabil în general materialelor și produselor care pot fi utilizate ca medii de reglare a temperaturii, de exemplu căldură latentă sau medii de stocare la rece latentă pentru reglarea temperaturilor. Ele au proprietatea, sub o temperatură inerentă de schimbare de fază dependentă de material, de a-și schimba starea de la lichid la solid prin cristalizare și de a elibera o cantitate de energie termică preluată anterior și stocată la o temperatură mai ridicată. În cursul schimbării de fază de la solid la lichid și în timpul aportului de energie termică temperatura materialului rămâne constantă.

Printre primii utilizatori de PCM în anii 1960 a fost NASA, care a experimentat aceste materiale și diverse aplicații în domeniul zborului spațial. Spre sfârșitul secolului trecut, Centrul Aerospațial German (DLR), a dezvoltat un mediu de stocare a căldurii latente, pe bază de acetat de sodiu și un ulei de transfer termic, pentru utilizarea în clădiri. PCM-urile au fost folosite mai întâi în SUA, apoi mai târziu în alte țări, inclusiv Germania, în panouri și alte componente de placare.

Materialele și componentele utilizate includ, printre altele:

COMPUȘI ORGANICI

Parafine, amestecuri de parafină (ceară).

COMPUȘI ANORGANICI

Hidrat de sare, amestecuri de hidrat de sare (amestecuri eutectice), apă, amestec de apă.

COMPUȘI ORGANICO-ANORGANICI

Amestecuri de parafină-sare hidrat, amestec de apă.



Microscopic-scale photograph of salt hydrate crystals.
| Conventional close-up photograph of slightly heated salt hydrate (part of following photograph). |
Conventional photograph of salt hydrate crystals.

Materialele și componentele pentru fabricarea PCM-urilor trebuie să poată funcționa într-un - număr relativ mare de cicluri de încărcare și descărcare și, în funcție de aplicație, să sufere modificări relativ mici în volum. Atunci când sunt utilizate în materiale sau componente de construcție, punctele de contact directe trebuie eliminate pe cât posibil pentru a preveni deteriorarea structurală. Acest lucru poate fi realizat prin încapsulare (micro-, macroîncapsulare).

Următoarele PCM sunt printre cele de interes în arhitectură:

PARAFINE, AMESTECURI DE PARAFINE

Temperatura de topire depinde de parafina utilizată și de orice constituenți adăugați .

Prezența pe piață, se poate realiza în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, poate fi utilizat într-un interval de temperatură relativ mare (aprox. -12°C până la +180°C), gamă largă de aplicații, insensibil la vibrații mecanice, fără întreținere, durată mare de înlocuire.

„ Foarte combustibil, modificarea volumului la schimbarea fazei, relativ scumpă în comparație cu PCM-urile pe bază de apă și încă scumpă în comparație cu PCM-urile pe bază de hidrat de sare.

HIDRAT DE SARE, AMESTECURI DE HIDRAT DE SARE

Temperatura de topire depinde de hidratul specific de sare utilizat și de orice constituenți adăugați .

Necombustibil, poate fi utilizat într-un interval de temperatură relativ mare (aproximativ -70°C până la + 120°C, inclusiv eutecticii de apă sărată cu topire negativă), relativ ieftin în comparație cu PCM-urile pe bază de parafină. Altfel ca mai sus.

Tendința la suprarăcire atunci când este utilizat pentru depozitare la rece, tendința de a segrega, modificarea volumului la schimbarea fazei, tendința de a promova coroziunea.

APA, AMESTEC DE APA

Punctul de topire al apei este de 0°C.

Scurgerile nu sunt periculoase pentru apele subterane, pot fi utilizate într-un interval de temperatură relativ mare (aproximativ -40°C până la +100°C), fără tendință de segregare, relativ ieftin în comparație cu PCM-urile pe bază de parafină și hidrat de sare.

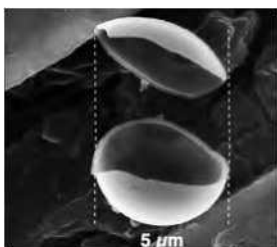
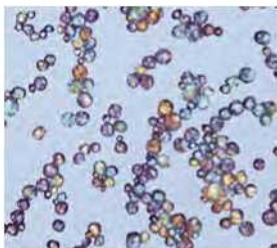
Conductivitate termică relativ slabă în comparație cu PCM-urile pe bază de parafină și hidrat de sare, modificarea volumului la schimbarea de fază.

SILICAT

Folosit sub formă de pulbere ca mediu purtător pentru încorporarea diferitelor PCM, proporție de material compozit aproximativ 40%.

Sub formă de pulbere, una dintre utilizările sale adecvate este pentru umplerea recipientelor, modificarea relativ mică a volumului la schimbarea fazei.

Niciunul cunoscut.



Tehnologie DASF: fotografie la scară microscopică a microcapsulelor Micronal cu diametre de 14:00 până la 20:00. | Fotografia la scară microscopică a unei microcapsule Micronal individuale. | Dispersie cu microcapsule Micronal. | Model de ipsos cu microcapsule Micronal. | Tehnologie de la Ddrken: pungă din compozit de aluminiu cu umplutură cu hidrat de sare.

materiale cu schimbare de fază (pern) > produse

Materialele cu schimbare de fază (PCM) au o gamă largă de utilizări, de exemplu în textile de îmbrăcăminte, în autovehicule, ca panouri și compartimentări exterioare și în sistemele de refrigerare și încălzire.

În ultimii ani au fost dezvoltate și aduse pe piață un număr relativ mare de produse pentru arhitectură. Acestea sunt utilizate în principal pentru climatizarea pasivă a componentelor de perete și tavan, de exemplu. Unele aplicații mai ambițioase sunt acum încercate în urma unei etape de observare și testare în proiecte mici.

Sunt acum disponibile produse care pot fi utilizate în clădirile existente și noi. Pereții lor solidi - permit multor clădiri vechi să tamponeze vârfurile de temperatură, astfel încât, de exemplu, camerele lor să rămână confortabil răcoare mai mult timp în lunile de vară, dar clădirile noi de obicei nu au aceste mase de stocare termică. Pereții exteriori compacti cu componente foarte izolante și de stocare a căldurii pot fi construiți prin încorporarea inteligentă a produselor de stocare a căldurii latente bazate pe PCM, cum ar fi plăci de gips-carton proiectate corespunzător, ipsos sau chiar sisteme complexe de fațadă. Clădirile existente pot fi îmbunătățite prin creșterea masei lor de depozitare prin modernizarea produselor care conțin PCM.

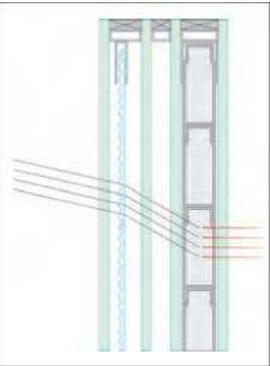
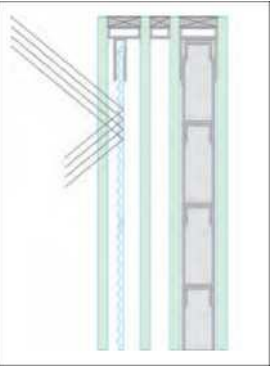
Pe piață există diverse produse brute, intermediare și finale. Acestea variază de la granulat la materiale compozite cu grafit până la sisteme complexe de geam termoizolant care direcționează lumina, cu panouri din plastic cu hidrat de sare integrală.

Dintre produsele de pe piață care încorporează PCM, principalul interes pentru arhitectură pentru viitorul previzibil este, printre altele, în produsele care stochează căldura latentă și reglează temperatura:

PCM MICROENCAPSULAT (EX. MICRONAL, TEHNOLOGIE DE DASF)
PCM-uri pe bază de parafină încapsulate în plastic pentru climatizarea pasivă, de exemplu, a pereților interiori și a tavanelor, disponibile de exemplu sub formă de pulbere pentru încorporare în alte materiale de construcție, cum ar fi ipsos, PAL și materiale de umplutură.

Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi încorporată în diferite materiale de construcție, disponibile sub formă de produse finite variate, cum ar fi ipsos PCM, rezistent la deteriorări mecanice, de ex. tăiere. În rest, ca mai sus pentru parafine, amestecuri de parafină.

3 -----
Nu sunt disponibile universal, pot fi utilizate numai produse finale aprobate, nu pot fi utilizate singure din cauza rezistenței inadecvate la foc (securitate la foc). În rest, ca mai sus pentru parafine, amestecuri de parafină.



TENCUIARE CU PCM (EX. TEHNOLOGIE DE DASF)	
Includeți PCM-uri microîncapsulate pe bază de parafină, pentru climatizarea pasivă a pereților și tavanelor interne, care pot fi manipulate și aplicate ca tencuială convențională.	
+	Prezenta pe piata, se poate realiza in cantitati mari, se poate colora prin aplicarea de vopsea sau adaugarea de pigmenti, usor de aplicat. În rest, ca mai sus pentru parafine, amestecuri de parafină.
Nu sunt disponibile universal, sunt relativ scumpe în comparație cu tencuielile convenționale.	
GIPS-GIPS CU PCM (EX. TEHNOLOGIE DE DASF)	
Disponibil în prezent ca placă de 2000 mm x 1250 mm x 15 mm, poate fi manipulată și fixată ca plăci de gips-carton convenționale sau plăci din fibrociment. Altfel ca mai sus.	
+	Conductivitate termică comparabilă cu cea a plăcilor de gips-carton convenționale. Altfel ca mai sus.
+	Relativ scump în comparație cu gips-carton convențional. Altfel ca mai sus.
SACI DE FOLIE DE ALUMINIU CU PCM (EX. TEHNOLOGIE DE DORKEN)	
Sacii din folie de aluminiu cu hidrați de sare sau amestecuri de hidrați de sare pentru climatizarea pasivă a plafoanelor, de exemplu, vor îmbunătăți conductibilitatea termică dacă sunt plasați lângă componente cu conductivitate bună (de exemplu, din metal) și pot fi aplicați, de exemplu, pe tavanele suspendate. + Prezenta pe piata, se poate realiza in cantitati mari, nefiind solid nu deterioreaza materialele de placare, usor de aplicat. În rest, ca mai sus pentru hidrat de sare, amestecuri de hidrat de sare.	
+	Scurgerile deasupra capului sunt periculoase pentru sănătate, pot provoca daune materiale, sunt necesare componente laminare suplimentare.

Produsele disponibile sau dezvoltate în prezent relevante pentru arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

PULBERĂ, de exemplu, PCM-uri microîncapsulate (de exemplu, Micronal)

DISPERSIE de exemplu PCM microîncapsulate
(de exemplu, micronal)

COMPUȘI (granulat, panouri) de exemplu PCM/grafit,
PCM/plastic

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

Tencuiala care conține PCM microîncapsulate
(parafină, de exemplu Micronal)

FILLER care conține PCM microîncapsulate
(parafină, de exemplu Micronal)

GIPS-GIPS care conține microîncapsulat
PCM (parafină, de exemplu Micronal)

SACI DE FOLIE DE ALUMINIU umplute cu PCM
(hidrat de sare, amestecuri de hidrat de sare)

SISTEM DE VITRAJ IZOLANT LUMINII cu
PCM macroîncapsulate (parafină)

SISTEM DE GLAZARE IZOLATĂ CU DIRECȚIA LUMINII cu PCM

macrocapsulate (hidrat de sare)

<p>SISTEM DE VITRAJ IZOLANT CU DIRECȚIA LUMINII CU PCM MACROENCAPSULAT (TEHNOLOGIE BY GLASSX)</p> <p>Sistem de geam termoizolant format din patru geamuri poziționate unul în spatele celuilalt, cu panouri din plastic prismatic, care direcționează lumina externă, și recipiente din plastic transparent integrate, umplute cu hidrat de sare. Sistemul asigură climatizarea pasivă a fațadei și poate fi utilizat aproape în același mod ca sistemele de geam termoizolant convențional.</p>	<p>Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi încorporată alături de geamurile convenționale, permițând ca detaliile să fie simple, relativ ușor de instalat, pot indica starea de încărcare. În rest, ca mai sus pentru hidrat de sare, amestecuri de hidrat de sare.</p>
<p>3 ----- :</p>	<p>Costul de înlocuire mai mare al geamurilor și containerelor PCM defecte, relativ greu cu consecințe pentru costurile de instalare, costuri ridicate de producție și instalare în comparație cu geamurile termoizolante convenționale. Altfel ca mai sus.</p>

materiale de schimbare de faza (pern) > proiecte

O serie de produse diferite care încorporează materiale cu schimbare de fază (PCM) sunt utilizate în arhitectură de câțiva ani. Printre primele aplicații în clădirile existente și noi au fost PCM-urile microîncapsulate. În 2001, pereții interiori ai unei clădiri cu consum redus de energie, așa-numita casă de 3 litri, din Ludwigshafen, Germania, au fost tencuiți cu tencuială de gips care conține PCM microcapsulat. Pentru a optimiza gestionarea temperaturii într-o altă clădire, unul dintre complexele rezidențiale și de birouri renovate din Berlin de pe râul Spree, stocarea căldurii latente a fost încorporată în tencuiala unui tavan răcit, folosind un covor de tub capilar. În 2005, sălile de clasă ale unui liceu din Lauffen am Neckar, Germania, au fost construite folosind o construcție ușoară în care cca. Au fost utilizate panouri din gips-carton de 500 m² care încorporează PCM pe bază de parafină microîncapsulată.

PCM-urile macroîncapsulate au fost utilizate până acum doar în clădiri noi. În 2000, arhitectul Dietrich Schwarz a instalat PCM macroîncapsulat în fațada de sud a unei case solare din Ebnet-Kappel, Elveția. În colaborare cu o companie din sudul Germaniei, arhitectul elvețian a dezvoltat un sistem de geam termoizolant care direcționează lumina cu parafină macroîncapsulată ca PCM și l-a folosit pentru fațada sa inovatoare de reglare a temperaturii. Datorită inflamabilității mari a parafinei, un sistem de geam termoizolant comparabil a fost dezvoltat la scurt timp după, folosind hidrat de sare ținut în recipiente de plastic transparent; acest sistem de geamuri a fost aprobat exclusiv pentru utilizare ca produs de construcție. În 2004 a fost construit un complex de clădiri relativ mare cu 20 de apartamente pentru bătrâni folosind acest sistem, care este descris pe scurt mai jos.



Sonnenschiff, echipat cu panouri din gips-carton cu PCM microîncapsulat pe bază de parafină.

apartamente pentru bătrâni

Material monosmart | Aplicație Monosmart
Material inteligent pentru stocarea căldurii:
GEAM IZOLANT CU PCM (HIDRAT DE SARE)
Gestionarea inteligentă a radiației solare

Dietrich Schwarz , Elveția
Apartamente pentru bătrâni cu o fațadă din sticlă latentă cu stocare a căldurii | Domat/Ems, Elveția (2004)

Arhitectul elvețian Dietrich Schwarz a arătat în câteva dintre clădirile sale cum, pe lângă proprietățile lor latente de stocare a căldurii, capacitatea PCM-urilor de a-și schimba aspectul optic poate fi folosită și pe o fațadă. Soluția inițială a implicat parafină pură în blocuri transparente de plastic goale, utilizate ca elemente de fațadă de stocare a căldurii latente în fațada de sud a unei case cu energie zero din Ebnet-Kappel, Elveția. Spre deosebire de aceasta, pentru acest proiect a fost utilizat un hidrat de sare ca PCM, din motive de securitate la incendiu.

Pe latura de sud a acestui complex, arhitectul a instalat un nou design al unui sistem de geam termoizolant latent, umplut cu hidrat de sare pe o suprafață de 148 m². Denumit GLASSXcrystal, sistemul cu lățimea de 78 mm este construit ca o unitate obișnuită de geam cu trei izolații, dar cu un panou cu prismă care direcționează lumina în exterior și un panou PCM în interior, constând din recipiente din policarbonat umplute cu un amestec de sare hidrat, care stochează căldura la +26°C până la +28°C.

Vara radiația solară este reflectată înapoi în exterior de panourile prismatice. În timpul iernii, unghiul inferior al soarelui permite radiației solare să treacă aproape nestingerită în construcția fațadei, unde lovește panoul PCM, este transformată în radiație termică și stocată prin topirea hidratului de sare. Dacă temperatura camerei scade sub +26°C, poate noaptea sau în zilele înnorate, hidratul de sare cristalizează și eliberează energia termică acumulată în cameră.

Starea de încărcare a acestei fațade din sticlă latentă cu stocare a căldurii poate fi observată direct din aspectul ei optic, care este determinat de diferitele faze ale hidratului de sare: dacă fațada arată opac (văzută din exterior prin panourile prismatice sau din interior), atunci hidratul de sare este neîncărcat. Dacă apare translucid (văzut din exterior prin panourile prismatice) sau transparent (din interior, fără model imprimat), hidratul de sare se încarcă sau este complet încărcat.



Apartamente pentru bătrâni: vedere la fațada de sud. | Vedere laterală a fațadei de sud. | Vedere interioară a fațadei de stocare a căldurii latente.



Apartamente pentru bătrâni: detaliu exterior al fațadei cu acumulare de căldură latentă, stare neîncărcată (opac). | Detaliu fațadă de stocare a căldurii latente, stare încărcată (translucid).



materiale inteligente care schimbă materie

Materialele inteligente care schimbă materie, inclusiv materialele inteligente care stochează materie, sunt materiale și produse care sunt capabile să preia și/sau în, în mod reversibil, să lege și să elibereze materia fie sub formă de molecule, ca componente gazoase, lichide sau solide prin diferite procese fizice și/sau chimice.

Preluarea și introducerea materiei pot fi activate, printre altele, prin suprafețe higroscopice, de exemplu prin încorporarea componentelor hidrofile într-o matrice care dă formă; prin suprafețe electrostatice, de exemplu prin crearea unui câmp electric ionizat; sau prin suprafețe magnetice, de exemplu prin crearea unui câmp electromagnetic. Acest lucru este în contrast cu metodele convenționale de stocare a materiei, care se bazează în principal pe principii mecanice. Exemple în acest sens ar fi recipientele și bureții naturali sau sintetici.

Materialele inteligente de stocare a materiei disponibile în prezent pe piață pot fi diferențiate în funcție de tipul de materie stocată, care poate fi și stimulul declanșator:

MATERIALE INTELIGENTE PENTRU DEPOZITARE GAZ/APĂ

Sunt excitați de gaz și/sau apă pentru a le adsorbi sau absorbi. Prin contactul cu un alt mediu precum aerul, iar în anumite situații prin alte influențe (ex. temperaturi crescute), aceștia pot deveni excitați și desorbi materia stocată.

MATERIALE INTELIGENTE PENTRU PARTICILE

Ele sunt excitate, de exemplu, de câmpuri ionizate, electrice sau electromagnetice pentru a absorbi particulele. Când câmpul este îndepărtat, ei sunt excitați și desorb materia stocată.



Materialele și produsele care se pot încărca electrostatic ca urmare a unui stimul sunt, de asemenea, exemple de materiale inteligente care depozitează particule. Arhitecții R&Sie... oferă o indicație despre modul în care suprafețele încărcate electrostatic ar putea fi încorporate în clădiri cu designul lor *Dusty Relief/B-mu*, un muzeu al viitorului pentru Bangkok.

Folii hidroabsorbante: detaliu al mai multor celule cu cristale AP aproximativ pe jumătate umflate.

DEPOZITARE GAZ/APĂ MATERIALE INTELIGENTE > MATERIALE, PRODUSE, PROIECTE

Proprietățile inerente ale acestor materiale le permit să reacționeze la influența gazelor și/sau a apei sub formă de vapori de apă, apă sau soluții apoase prin atașarea lor de suprafețele lor interioare sau luându-le în volum. În funcție de procesul implicat, acestea își pot modifica în mod reversibil volumul, densitatea și proprietățile optice și/sau starea lor energetică.

Stocarea poate implica, de asemenea, o conversie a materiei preluate sau a componentelor și prin aceasta poate avea loc o eliberare de energie, de exemplu ca căldură de proces din reacțiile exoterme. Unul sau mai mulți stimuli, cum ar fi influența unei anumite temperaturi, a unui anumit mediu chimic sau îndepărtarea unui câmp electric, eliberează materia atașată sau încorporată anterior.

În funcție de mecanismul de preluare a componentelor, efectul poate fi clasificat ca adsorbție și absorbție. Adsorbția descrie preluarea unui atom sau a unei molecule a unei componente pe o suprafață interioară a unui material sau a unui produs, adsorbantul. Absorbția descrie absorbția unui atom sau a unei molecule a unei componente în volumul unui material și/sau produs, adsorbantul. Eliberarea sau îndepărtarea unui atom sau moleculă adsorbită sau absorbită anterior a unei componente este denumită desorbție (vezi materialele inteligente care schimbă aderența, pp. 98 și urm.).

Următoarele materiale inteligente pentru stocarea gazului/apă sunt în prezent de interes pentru arhitecți:

ADMINISTRĂRI / ABSORBANȚI MINERALE (MAd, MAb)

POLIMERI ABSORBANȚI/SUPERABSORBENȚI (AP/SAP)

Alte materiale inteligente pentru stocarea gazului/apă includ:

ALȚI ADSORBANȚI INORGANICI (IAd)

ADORBENTI ORGANICI (OAd)

ALTI ASSORBENTI ORGANICI (OAb)

minerale ad-/absorbenti (mnd, mnb)> materiale

Adsorbanții minerali (MAd) sunt materiale sau componente cu fază lichidă sau solidă care sunt capabile să preia componente gazoase pe suprafețele lor interioare și, ca urmare, își modifică reversibil volumul, densitatea, proprietățile optice și/sau starea lor energetică. Dimpotrivă, absorbantii minerali (MAb) sunt materiale sau componente cu fază lichidă sau solidă care sunt capabile să preia componente lichide de pe suprafețele lor interioare și să le preia în volum și, acolo unde este necesar , să își modifice reversibil vâscozitatea. Aceste componente lichide nu trebuie eliberate, nici măcar sub presiune.

MAd-urile includ unele argile naturale uscate și silicageluri produse sintetic. MAb-urile includ în principal bentonite naturale, care sunt adesea modificate pentru diferite aplicații.

Bentonite sunt argile și minerale care conțin smectită, de obicei montmorillonit, precum și alte minerale precum mica și zeoliții. În legătură cu funcția lor de adsorbant, capacitatea mare de umflare a unora dintre aceste materiale prezintă un interes deosebit. Bentonite se mai folosesc ca desicant și, sub formă de suspensie, ca materiale și pentru produse cu proprietăți tixotrope (vezi p. 38).

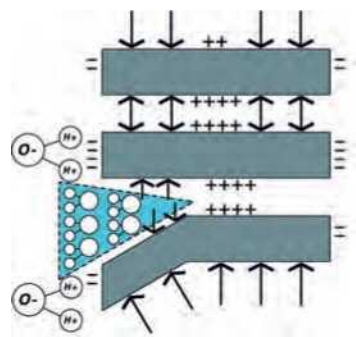
Loam a fost folosit ca material de construcție de mii de ani sub diferite forme, inclusiv pietre, mortar și tencuieli pentru adăposturi și case. În anii 1920 erau produse MAd-uri artificiale. Acesta a fost și în perioada în care gelul de silice a fost dezvoltat la Universitatea Johns Hopkins din Baltimore, Maryland, SUA. În ultimii ani a existat o utilizare sporită a zeoliților naturali și sintetici, care sunt special dezvoltați pentru noile aplicații de astăzi. Din 1987, bentonita din Germania a fost utilizată în covoare pentru etanșare.

Materialele și componentele MAd în uz includ:

COMPUȘI ANORGANICI Geluri de silice, argile uscate (ex. alumină activată, bentonită de calciu, argilă), site moleculare (zeoliți sintetici), gips.
AMESTECURI CU COMPUȘI INORGANICI Bentonită de calciu/clorură de calciu (CaCl ₂).
COMPONENTE SUPLIMENTARE Indicatori de culoare (de exemplu, clorură de cobalt (CoCl ₂), metil portocaliu)

As there are many natural materials such as wood, paper, leather, raffia among the ranks of organic adsorbents (OAd) and they are able to adsorb only relatively small quantities of water in the form of vapour, they will not be dealt with further here. In this context it should be mentioned that the hygroscopic property of paper in conjunction with a photocatalyst is used in Japan among other places; this so-called photocatalytic paper cleans the room air of pollutants with the help of light (see titanium dioxide (TiO₂), pp. 100ff.).

The use of mineral adsorbents (MAb) to waterproof buildings has become part of the current state of the art. As they can also be used for other purposes, these smart materials will be considered only to a limited extent here. Bentonite in particular is one of these materials in which both the take-up and take-in mechanisms can occur, and therefore mineral ad- and adsorbents (MA_d, MAb) will be brought together in one chapter. These smart materials are classed as inorganic ad- and adsorbents (IAd, IAb).



Umflarea bentonitei.

Materialele și componentele MAb în uz includ:

COMPUȘI ANORGANICI
Bentonite de calciu (bentonite neactivate), bentonite activate (sau bentonite active), bentonite naturale de sodiu.
AMESTECURI CU COMPUȘI INORGANICI
Amestecuri de bentonită.

Materialele și componentele pentru fabricarea MAD-urilor și MAb-urilor trebuie să poată funcționa printr-un număr relativ mare de cicluri de schimb de componente gazoase sau lichide fără nicio pierdere vizibilă a capacității și să nu conțină substanțe toxice volatile.

Următoarele MAD-uri și MAb-uri sunt printre cele de interes în arhitectură:

GELURI DE SILICE
Sunt fabricate sintetic folosind silicat de sodiu și un acid silicic în diferite forme de particule (neregulate, sferice) până la cca. Granulație de 8 mm și cu diametre diferite ale porilor. Sunt disponibile în diverse intervale de eficiență pentru a obține diferite conținuturi de umiditate a aerului și pot fi regenerate la temperaturi de +130°C până la +200°C. Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, utilizabil într-un interval de temperatură relativ mare (ca. -30°C până la +80°C), dimensiunea mică a particulelor înseamnă adecvare ca umplutură de pungi, utilizări includ desicanți, tampon de umiditate și materiale inteligente care emit căldură, pot încorpora indicatori de culoare, incombustibile, nesensibile la vibrații, fără întreținere mecanică.
<div><div></div><div>-----:-----</div></div> <div>Durată de viață relativ scurtă de înlocuire (< 10 cicluri de regenerare), uneori dezvoltarea însoțită de căldură poate fi nedorită, cantitate relativ mare de praf eliberată, circulația relativ slabă a aerului și viteza de adsorbție scăzută în comparație cu gelurile de silice sferice, vor izbucni în contact direct cu apa.</div>



Granulat de silicagel fără și cu indicator. | Granulat de silicagel cu metil portocală ca indicator în stare nesaturată (inactivă) și saturată (activă).
| Granulat de bentonită. | Pungi cu silicagel. | Placa de gips cu zeolit.

BENTONITE DE CALCI

Mineral argilos natural, disponibil sub formă de pulbere sau granulat, care poate fi prelucrat ulterior în diferite moduri, potrivit pentru utilizare în suspensii de bentonită, de exemplu pentru etanșarea straturilor de sol. Ele pot fi regenerate în prezența aerului.

³ Durată de viață relativ lungă de înlocuire (> 10 cicluri de regenerare), utilizabilă într-un interval de temperatură relativ mare (< -30°C până la > +80°C), utilizările includ desicant, tampon de umiditate și etanșări (datorită modificării volumului lor sensibile la umiditate), pot fi procesate în cărămizi de lut sau tencuieli de argilă, printre altele. Altfel ca mai sus.

☐ -----

Modificările de volum pot fi nedorite pentru anumite aplicații. În rest, ca și pentru gelurile de silice de mai sus.

BENTONITE ACTIVATE, BENTONITE NATURALE DE SODIU

Minerale argiloase cu ioni de sodiu în principal în straturile intermediare, bentonite activate, bentonite naturale de sodiu sunt utilizate, de exemplu, pentru etanșarea straturilor de sol. Ele pot fi regenerate în prezența aerului.

³ Durată de viață relativ lungă de înlocuire (> 10 cicluri de regenerare), utilizabilă într-un interval de temperatură relativ mare (< -30°C până la > +80°C), utilizările includ tampon de umiditate și etanșări (datorită modificării volumului lor sensibile la umiditate).

☐ ----- : -----

Nu este potrivit sau potrivit doar în anumite condiții pentru prelucrare în cărămizi de lut sau tencuieli.

LUTURI

Amestecuri compuse din diferite proporții de argilă, nisip și alte componente.

³ Utilizabil într-un interval de temperatură relativ mare (< -30°C până la > +80°C), potrivit ca tampon de umiditate, poate fi prelucrat de exemplu în cărămizi de lut sau tencuieli, nepericuloase. În rest, ca și pentru gelurile de silice de mai sus.

³ -----

Capacitate de adsorbție relativ slabă, viteză de adsorbție mai mică în comparație cu gelurile de silice, bentonitele de calciu și zeoliții.

ZEOLIȚI

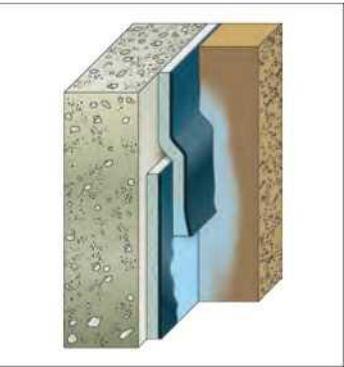
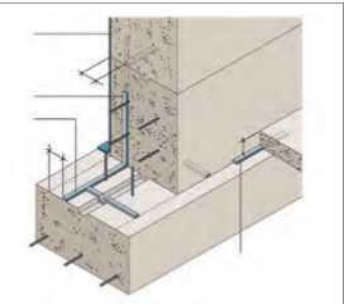
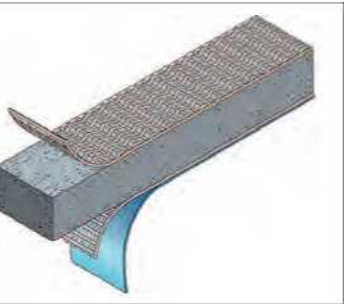
Aluminosilicați naturali și sintetici cu o structură de cluster bine definită. Zeoliții naturali pot fi utilizați, printre altele, ca materiale inteligente care emit căldură, zeoliții sintetici pentru uscarea gazelor (de exemplu aer), disponibili sub formă de pulbere și granulat, care pot fi prelucrați în continuare în diferite moduri. Pot fi regenerate la temperaturi de +250°C până la +400°C sau la presiuni negative (evacuare).

³ Durată de viață relativ lungă de înlocuire (> 10 cicluri de regenerare), poate fi utilizat într-un interval de temperatură relativ mare (< -30°C până la > 400°C) ca desicant sau mediu de filtrare, catalizator pentru conversia gazelor poluante și ca material inteligent care emite căldură. În rest, ca și pentru gelurile de silice de mai sus.

a ----- : -----

Sunt necesare temperaturi de regenerare relativ ridicate. În rest, ca și pentru gelurile de silice de mai sus.

Deoarece efectul higroscopic al gipsului este bine cunoscut, acesta nu va fi discutat în continuare aici.



Band (strip) with MAb (bentonite). | Installation of bands and mats with MAb (bentonite). | Sealing effect of mats with MAb (bentonite). | Mat (geotextile) with MAb (bentonite).

ad-/absorbenti minerali (mRd,mnb)> produse

Adsorbanții minerali (MAd) cum ar fi gelurile de silice și alumina activată sunt utilizați în stare deshidratată ca desicant, de exemplu pentru separarea gazelor și a părților stocate de vapori de apă. În stare nedeshidratată, acestea sunt utilizate ca soluții tampon de umiditate sensibile la vapori de apă într-un număr de domenii, de exemplu pentru conținutul constant de umiditate a aerului în încăperi și containere de transport. MAd-urile sunt, de asemenea, folosite în muzee, unde se găsesc în vitrine de sticlă care conțin articole sensibile la umiditate, cum ar fi imagini sau artefacte metalice. Pentru a îmbunătăți manipularea și pentru protecția împotriva prafului, MAd-urile sunt adesea ambalate în pungi permeabile la vapori de apă, iar atunci când sunt încorporați indicatori de culoare, cel puțin o parte a pungii este transparentă sau translucidă pentru a face conținutul vizibil. Tuburile flexibile de folie sunt umplute pe secțiuni cu MAd-uri și vândute în benzi de diferite lungimi, fie cu diferite umpluturi, fie pur și simplu cu silicagel în clădiri. Ele sunt adesea folosite pentru a preveni dezvoltarea mușcăiurilor și a sporilor acestora, în special în construcțiile ușoare din lemn, care pot avea încă un conținut relativ ridicat de umiditate. Acest lucru se realizează prin instalarea mai multor benzi pe partea interioară a placajului.

Absorbanții minerali (MAb) sunt familiari ca absorbanți de umezeală și mirosuri în așternutul pentru pisici; bentonita fiind una dintre ele. Bentonite sunt, de asemenea, folosite în arhitectură. Bentonite de calciu, bentonite activate și bentonite naturale de sodiu sunt folosite în suspensii pentru proprietățile lor de susținere și alunecare. Acestea din urmă sunt, de asemenea, încorporate în covorașe și panouri, unde sunt conținute în materiale textile sau carton în diferite moduri. Domeniile de aplicare includ construcția hidrolică, autostrăzi, tuneluri și depozite de gunoi, precum și utilizarea ca etanșare în jurul pereților subsolului, îmbinări între clădiri, fundații etc. Efectul de etanșare al acestor produse se bazează pe capacitatea lor de a absorbi volume relativ mari de componente apoase și de a se umfla pentru a forma geluri de etanșare, care umple sau închide orice fisuri sau alte puncte slabe. Presiunea de umflare fixează, de asemenea, produsele mai ferm pe loc.

În plus față de obturațiile sub formă de pulbere și granulat, următoarele produse care încorporează MAd-uri sau MAb-uri sunt de interes în arhitectură:

SACI CU UMLUTĂ MAD

MAd-urile închise în folie sau hârtie permeabilă la vapori de apă sunt folosite pentru a usca aerul din containerele de transport sau echipamentele electronice.

Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, ușor de aplicat, degajat relativ puțin sau deloc praf, poate fi atașat sau încorporat în multe tipuri diferite de construcții, gamă largă de produse disponibile, rezistă la sarcini mecanice și la aplicarea directă a apei, relativ ieftin. În rest, ca pentru MAd-urile de mai sus.

Nu este disponibil universal, poate fi necesară aprobarea pentru anumite aplicații în unele țări, circulație relativ slabă a aerului și viteză scăzută de adsorbție în comparație cu MAd-urile fără folie, utilizarea hârtiei în sine nu oferă o rezistență adecvată la foc. În rest, ca pentru MAd-urile de mai sus.

Produsele disponibile sau dezvoltate utile în arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE:

MAds sau MAb-uri în pudră (de exemplu, bentonită de calciu)

MAds sau MAb granulate (de exemplu, silicagel)

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE:

SACI cu umpluturi MAd (de ex. bentonită de calciu)

BANDE (benzi) care încorporează MAd sau MAb (de exemplu, silicagel)

Plăci de perete din gips care încorporează MAds
(zeolit, în special clinoptilolit)

MATS (plăci) care încorporează MAb (de exemplu, bentonită de sodiu
naturală)

PANOURI care încorporează MAb (de exemplu, bentonită de sodiu)

naturală)

FĂZI CU Umplutură Mad	
MAd-urile închise în folie permeabilă la vapori de apă sau hârtie sunt folosite pentru a usca componentele cu conținut de umiditate reziduală, de exemplu cele din lemn.	
³ Poate fi suspendat pe loc. Altfel, ca mai sus și pentru MAdS.	
B	----- Ca mai sus și pentru MAdS.
PLACURI DE GIPS INCORPORATE MAd	
Zeoliții (în special clinoptiloliți) închiși în plăci de gips-carton sunt disponibile în prezent în dimensiunile 2000/3000 mm x 1200/1300 mm x 12,5 mm și pot fi utilizați ca plăcile convenționale din gips și fibrociment. Sunt potrivite în special acolo unde este necesară îmbunătățirea calității aerului prin conversie și o anumită legare a gazelor poluante și a mirosurilor nedorite și pentru absorbția vaporilor de apă.	
O	-----
	Prezenta pe piata, se poate realiza in cantitati mari, usor de folosit. În rest, ca pentru MAd-urile de mai sus.
<input type="checkbox"/>	-----
	Relativ scump în comparație cu plăcile de gips convenționale. În rest, ca pentru MAd-urile de mai sus.

BANDE (FĂZI) INCORPORATE MAb	
Bentonite (de exemplu, bentonită de sodiu naturală) legate într-o matrice cu o parte având o bandă textilă stabilizatoare și/sau acoperite cu o bandă autoadezică pentru atașarea la o componentă sunt disponibile în prezent, de exemplu, în dimensiunile 25 mm x 12 mm și 25 mm x 19 mm. Acestea sunt potrivite în special pentru etanșarea componentelor în contact cu pământul împotriva soluțiilor apoase, de exemplu a apei subterane, și sunt regenerate într-o anumită măsură în prezența aerului.	
O -----	
	Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată într-un interval de temperatură relativ mare (-18°C până la +80°C), ușor de utilizat, poate fi utilizat acolo unde este necesară etanșarea prin modificarea volumului sensibil la apă, viață de înlocuire relativ lungă (> 10 cicluri de regenerare), rezistență relativ bună la UV, incombustibil, insensibil la vibrații mecanice, fără întreținere.
<input type="checkbox"/>	-----
	Nu este suficient de stabil dimensional pentru unele aplicații, viteză de absorbție relativ scăzută în comparație cu MAb-urile sub formă de pulbere și polimerii superabsorbanți.

Alte produse care încorporează MAb includ:

MATELE INCORPORATE MAbS
PANOURI INCORPORATE MAbS

ad-/absorbenti minerali (mRd,mnb)> proiecte

Bentonita a fost principalul produs adsorbant mineral (MAd) utilizat în arhitectură până în prezent. În general, a fost folosit în suspensii pentru a etanșa straturile de sol în lucrări de terasament. Pe piață există și sisteme de recipiente din carton umplute cu pulbere de bentonită sau granule grosiere. Ele sunt utilizate în așa-numita tehnică „*braune Wanne*” sau rezervor maro pentru etanșarea subsolurilor clădirilor la pereții exteriori și în zona fundației. Orice apă întâlnită, de exemplu, apa freatică stătătoare sau apa din apele de suprafață, umflă marginile plăcilor și orice alte puncte slabe și etanșează sistemul împotriva pătrunderii ulterioare a apei. În afară de bentonite de calciu, sunt folosite și bentonite de sodiu cu umflături mai puternice. Ele pot fi clasificate ca absorbanti minerali (MAb).

Mai degrabă noi pe piață sunt plăcile acustice multifuncționale din gips care încorporează MAd-uri, care, pe lângă proprietățile lor inerente de absorbție a sunetului și de tamponare a umidității din aer, pot îmbunătăți calitatea aerului din încăpere prin legarea și transformarea mirosurilor și a poluanților. Primele proiecte au fost deja realizate folosind acest produs.

factorul i_|

Material monosmart | Aplicație Monosmart Material inteligent pentru stocarea gazului/apă:

PLACHE DE GIPS CU ZEOLIT
Absorbție fonică, curățare a aerului

Marco Duchow, Alexander Duchow, Germania
Monument industrial cu tavan catalitic multifuncțional din gips-carton |
Cottbus, Germania (2005)

Pentru utilizarea sa ca call center, holul fără coloane din etajul acoperișului - monumentului industrial *die fabrik* (fabrica) din Cottbus trebuia să aibă o acustică bună a încăperii. Arhitecții din Hamburg, Marco și Alexander Duchow, fuseseră însărcinați să dea încăperii istorice, în care războaiele grele funcționau cândva sub un acoperiș cu butoi, un caracter mai modern, fără a pierde estetica vechii fabrici.

În urma informațiilor de la un mare producător german despre avantajele unui nou tip de placă acustică din gips-carton care îmbunătățește calitatea aerului din încăpere prin acțiunea zeolitului său încorporat, s-a luat decizia de a utiliza materialul pentru placarea intradosului curbat al construcției acoperișului.

Cu gipsul ca component principal (90%) plăcile au proprietăți de reglare a umidității și, datorită straturilor suplimentare încorporate de pulbere de zeolit catalitic (clinoptilolit <10%), canalsobindor transformă diverse mirosuri și poluanți. Procesele fizice și chimice reale implicate nu sunt pe deplin înțelese în acest moment. Nu există nicio posibilitate de procese pure de ad- sau absorbție fără ca aceste substanțe să aibă loc conversie sau ca plăcile să devină saturate în timp.

Studiile au arătat că nivelurile de fum de țigară și poluanții pe care îi conține (cum ar fi formaldehida și acetaldehida), mirosurile de covoare și saltele și dodecenul încorporat în produse, benzenul din gazele de eșapament și vopselele autovehiculelor, hidrocarburile aromatice din produsele imprimate și agenții de curățare pot fi reduse semnificativ.

die iabrik: vedere noaptea. | Vedere în centrul de apeluri cu tavan de curățare a aerului format cu plăci curbate din gips care încorporează zeolit.



palqmeri absorbanti/superabsorbenti (AP,SAP) > materiale

Polimerii absorbanți (AP) sunt polimeri sintetici hidrofilii tridimensionali reticulați care sunt capabili să preia componente lichide (de exemplu, apă, soluții apoase, ulei) pe suprafețele lor interne și să le preia în volumul lor și să le modifice în mod reversibil volumul, densitatea și/sau proprietățile optice. Aceste componente lichide nu sunt eliberate, nici măcar sub presiune. Modificările aduse moleculelor cu lanț lung permit adaptarea și optimizarea acestor produse pentru o gamă largă de utilizări.

Capacitatea lor de a absorbi foarte rapid cantități mari sau apă și soluții apoase face ca aceste produse să fie deosebit de interesante în domeniul arhitecturii. În prezent, există AP-uri disponibile care, în funcție de lichidul care trebuie absorbit (sorbentul), pot absorbi volume de lichid de aproximativ 30 de ori volumul lor inițial, în cazul apei deionizate de 500 de ori, într-un timp relativ scurt. Acest timp poate fi de la câteva secunde la câteva minute, în funcție de tipul de sorbant, cantitatea de granulat polimeric absorbant și raportul suprafață/volum. Aceste materiale se numesc superabsorbenti sau polimeri superabsorbenti (SAP).

Înainte ca SAP-urile să fie dezvoltate, a fost folosită celuloză; Proprietatea sa mare de aspirare l-a făcut util în produsele de igienă, de exemplu în scutecele de unică folosință. În 1986, prima unitate din lume pentru producția de SAP a fost pusă în funcțiune în Germania. De atunci, celuloza a fost înlocuită din ce în ce mai mult în produsele adecvate de SAP, care și-au găsit, de asemenea, noi utilizări, de exemplu ca aditivi pentru sol în agricultură. Pe lângă Germania, cele mai importante țări producătoare sunt SUA și Japonia.

Materialele și componentele utilizate includ:

COMPUȘI ORGANICI

Poliacrilat de sodiu

COMPONENTE SUPLIMENTARE

Pigmenți, aromatice, absorbanți de mirosuri, silicați, praf mineral

Materialele și componentele pentru fabricarea AP-urilor/SAP-urilor trebuie, în unele cazuri, să poată funcționa printr-un număr relativ mare de cicluri de schimb de componente lichide fără nicio pierdere vizibilă a proprietăților de absorbție. În consecință, nu trebuie să existe nicio pierdere a capacității și nicio reducere semnificativă a vitezei de absorbție după cel puțin 10 cicluri. Pe lângă îndeplinirea acestor cerințe, AP-urile și SAP-urile trebuie să fie adesea stabile la UV și să nu conțină componente toxice volatile.



Superabsorber powder made from SAP in varying states of saturation.

Următoarele AP-uri și SAP-uri ar putea fi printre cele de interes în arhitectură:

POLIACRILAT DE SODIU RETICULAT
Polimeri hidrofilii tridimensionali reticulați modificați corespunzător pentru a se potrivi aplicațiilor lor. Fabricat sintetic prin polimerizarea diferitelor componente. Ele pot fi prelucrate în continuare în pulberi și granule. Disponibil pentru o gamă largă de aplicații. Ele pot fi regenerate, de exemplu, prin contact cu aer nemișcat, în mișcare și/sau încălzit.
+ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, mulți ani de utilizare practică, utilizabil într-un interval de temperatură relativ mare (< -10°C până la > +80°C), disponibilitatea în particule de dimensiuni mici înseamnă adecvare ca umpluturi de pungi, de exemplu ca absorbant de apă sau hidrogeluri care se schimbă reversibil de la opac la translucid, poate fi folosit ca material emițător de căldură, poate fi combinat cu mirosuri, arome, arome inteligente absorbante, silicati, pulberi minerale, incombustibile la transportul apei absorbite, insensibile la vibrații mecanice, fara intretinere.
----- : -----
Unele au o durată de viață relativ scurtă (< 10 cicluri de regenerare), altele au rezistență scăzută la UV, circulație mai mică a aerului și viteză de absorbție mai lentă dacă se lasă să se aglomereze.

polqmeri absorbantî/superabsorbantî (RP,SRP) > produse

Principalele domenii de utilizare a polimerilor absorbantî/superabsorbantî (AP/SAP) sunt în produsele de igienă și în agricultură. Ele pot fi adăugate solurilor naturale sau artificiale ca aditiv pentru sol sub formă de argilă expandată arsă sau pot fi singurul ingredient al unui sol sintetic. Ele pot fi folosite și pentru a oferi un subsol nutritiv. O serie de produse au fost dezvoltate special în acest domeniu. Alte aplicații includ utilizarea lor în instalațiile subacvatice de cabluri de înaltă tensiune pentru a preveni intrarea apei în caz de deteriorare și în ambalaje. O dezvoltare relativ nouă este un scaun cu SAP-uri încorporate în tapițeria spătarului scaunului. Când scaunul este în uz, leagă orice transpirație, care este ulterior eliberată în contact cu aerul atunci când scaunul nu este în uz.

Deși nu sunt dezvoltate special pentru utilizare în arhitectură, AP-urile, precum și SAP-urile pot găsi aplicații pe acoperișuri plate sau ușor înclinate. În agricultură, SAP-urile compozite amestecate cu componente minerale sunt utilizate ca amelioratori ai solului, în special în condiții de sol și climă dificile, și ar putea fi găsite utile în acoperișurile verzi în viitor.

Pe lângă gama de performanță disponibilă de absorbantî sub formă de pulbere și granulat grosier care pot fi optimizate în continuare prin adăugarea altor ingrediente, există diverse produse intermediare și finale disponibile. Pe lângă umpluturile libere realizate din AP-uri și SAP-uri pulbere și granulate, principalele produse de interes în arhitectură sunt cele disponibile sub formă de

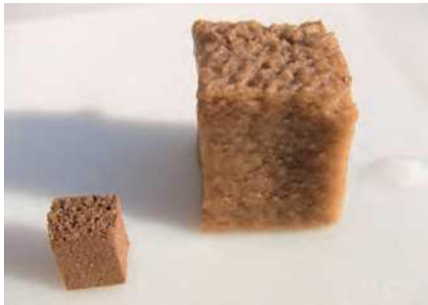
compozite cu alte componente:



Non-composites:

HIDROCRISTALE REALIZATE DIN AP <p>Granulele pigmentate de poliacrilat absorbant normal reticulat sunt fabricate în aproape orice culoare sub formă de particule neregulate cu o dimensiune a granulelor de până la aproximativ 4 mm și sunt utilizate pentru a menține plantele alimentare continuu cu apă și în recipientele lor. Performanță de regenerare relativ bună, poate fi instalată în sau pe multe tipuri de construcții, tendință relativ mică de aglomerare în comparație cu AP-urile și SAP-urile pulverizate. În rest, foarte asemănător cu poliacrilatul de sodiu reticulat.</p> <p>Nu este disponibil universal, poate fi necesară aprobarea pentru anumite aplicații, viteza de absorbție relativ mică în comparație cu SAP-urile sub formă de pulbere. În rest, foarte asemănător cu poliacrilatul de sodiu reticulat.</p>
PUDRĂ SUPERABSORBERĂ DIN SAP <p>Granule albe fine de poliacrilat de sodiu superabsorbant reticulat, de formă neregulată, cu o dimensiune a granulelor de aproximativ 1 mm. Utilizările includ fabricarea diferitelor compozite, absorbția rapidă a unei game de medii lichide (de exemplu, apă, fluide corporale și ulei) și furnizarea continuă de apă a plantelor.</p>
<p>Poate fi folosit în și pe diverse tipuri de construcții, de exemplu textile. În rest, foarte asemănător cu poliacrilatul de sodiu reticulat.</p>
<p>Nu este disponibil universal, poate fi necesară aprobarea pentru anumite aplicații, viteză de desorbție relativ lentă în comparație cu viteza de absorbție, tendință relativ mare de aglomerare în comparație cu AP și SAP granulate grosier. În rest, foarte asemănător cu - poliacrilatul de sodiu reticulat.</p>

Technology by Rascor: compression of purplecoloured AP in a daywork joint. | Section through band composite with empty AP channel (above foam band). | Installed band composite with AP not yet compressed.



Technology by Geohumus: agro-composite incorporating SAP before swelling. | Demonstration of the swelling capacity of a compressed cube. | Plant with SAP in the root area. | Cultivation trial in a greenhouse at the Justus Liebig University, Giel3en, Germany.

Composites:

BANDA COMPOSITE INCORPORATE AP

Hidrogel din poliacrilat, produs din două componente lichide imediat înainte de aplicare; banda de hidrogel, inițial nereticulat și ulterior în mod normal absorbantă, este comprimată într-un profil de plastic cu celule goale cu o bandă suplimentară de material spumat. Momentan disponibil cu dimensiunile 30 mm x 20 mm x 2000 mm. Produsele sunt utilizate pentru absorbția soluțiilor apoase și pentru etanșare, de exemplu împotriva pătrunderii apei subterane sub presiune.

+ Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizat într-un interval de temperatură relativ mare (< -10°C până la > +60°C), poate fi instalat în sau pe diferite tipuri de construcție, poate fi folosit ca absorbant de apă, o schimbare ireversibilă a culorii (de exemplu violet în incolor) indică hidrogel, durată de viață relativ lungă, fără întreținere.

Nu sunt disponibile universal, capacitate de absorbție relativ slabă și viteză de absorbție lentă în comparație cu SAP-urile sub formă de pulbere.

AGROCOMPOZITE CU INCORPORARE SAP (EX. TEHNOLOGIE GEOHUMUS)

Granulate compozite de formă neregulată, cu granule de până la aproximativ 4 mm, realizate din poliacrilat de sodiu superabsorbant reticulat, cu silicați și pulberi minerale încorporate. Utilizările lor includ furnizarea continuă de apă și sprijin plantelor, menținând în același timp suprafața solului deschisă.

Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, poate fi utilizată într-un interval de temperatură relativ mare (< -10°C până la > +80°C), disponibilitatea în particule de dimensiuni mici înseamnă adecvare ca umpluturi de pungi, de exemplu ca absorbanți de apă și materiale inteligente care emit căldură (creatoare de căldură latentă), viață relativ lungă de înlocuire (> 10 cicluri de regenerare), rezistență relativ bună la UV, vibrații mecanice, insensibile la radiații UV, fara intretinere.

- : -----Nu este disponibil universal, nu se poate schimba reversibil de la opac la translucid (componente minerale).

STRATURI COMPOSITE INCORPORATE SAP	
Granule fine, albe, de formă neregulată, de poliacrilat de sodiu superabsorbant reticulat, care sunt interstratificate între straturi textile, uneori împreună cu celuloză. Utilizările lor includ absorbția de lichide în ambalaje.	
Prezența pe piață, poate fi realizată în cantități mari, în funcție de materialele stratului și SAP utilizat, pot fi utilizate într-un interval de temperatură relativ mare (< -10°C până la > +80°C), utilizările includ absorbanți de apă și materiale inteligente care emit căldură (creatoare de căldură latentă), rezistență UV relativ bună, insensibile la vibrații mecanice, fără întreținere.	
Durata de viață relativ scurtă de înlocuire (< 10 cicluri de regenerare) în funcție de materialul stratului și SAP-urile utilizate, circulația relativ slabă a aerului și viteza de absorbție mai mică în comparație cu AP-urile și SAP-urile acoperite, pot fi combustibile în funcție de straturile utilizate.	

polqmeri absorbanti/superabsorbenti (RP,SRP) > proiecte

În timp ce polimerii superabsorbanți (SAP) au fost utilizați cu succes în câteva cazuri ca aditivi pentru sol în acoperișurile verzi, alte utilizări ale polimerilor absorbanți (AP) și SAP în arhitectură sunt în prezent încă nesemnificative. Ele ar putea fi folosite, eventual la scară mare, pentru soluri dificile și în climat cald și uscat. Aceasta ar include deșerturile (zonele aride) și în special cultivarea și susținerea pe termen lung a straturilor de vegetație. Polimerii adecvați pot fi folosiți și pentru a stoca apa de ploaie, poate temporar, și a o elibera, atunci când este necesar, în componentele clădirii în contact cu aerul din interior sau din exterior, de exemplu atunci când aerul din cameră este prea uscat și/sau temperaturile de suprafață sunt prea ridicate. Este posibil să se încorporeze AP-uri și/sau SAP-uri în tapet, acoperiri de pereți și separatoare de cameră, unde ar fi posibil să se instaleze țesături nețesute suficient de groas, astfel încât granulatul să poată fi conținut în permanență în loc chiar și după ce a avut loc absorbția completă. Membranele, poate din materiale textile sau film ETFE, ar putea încorpora AP și SAP în buzunare sau bule.

Produse disponibile sau dezvoltate în prezent relevante pentru arhitectură includ:

PRODUSE CRUDE SAU FINALE

GRANULATE FINE (pulberi) de AP, SAP

GRANULATE GRUPIOARE (de exemplu, cristale) de AP, SAP

PRODUSE INTERMEDIARE SAU FINALE

BAND COMPOSITE care încorporează AP-uri

AGRO-COMPOSITE care încorporează SAP-uri

STRATURI COMPOSITE care încorporează SAP-uri

FILME care încorporează AP-uri

hydroabsorber foils

Material monosmart Aplicație Monosmart Material inteligent pentru stocarea apei:
FOLII INCORPORATE AP
Suprafețe care schimbă transmisia luminii sensibile la apă și anvelopele clădirii

Axel Ritter, Germania
Folii sensibile la apă, care schimbă transmisia luminii |
Germania (1994)

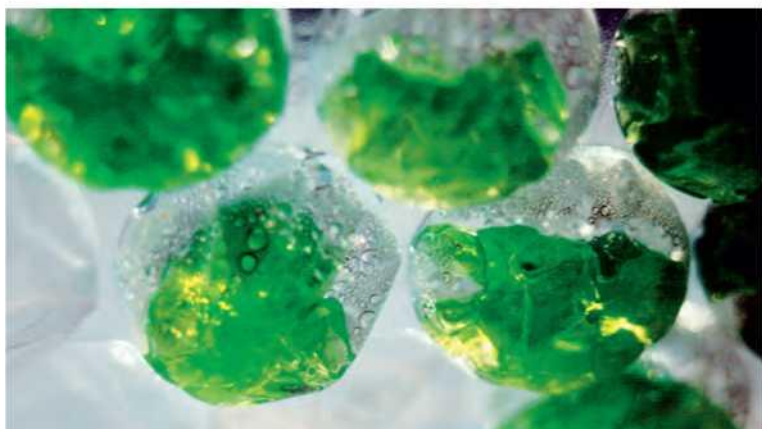
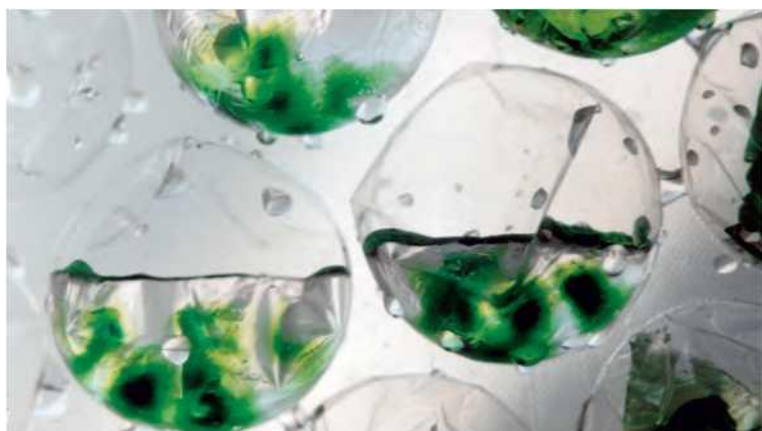
Acești doi demonstratori de tehnologie arată cum ar putea fi integrate AP-urile în membranele de folie pentru a crea transmisia luminii și învelișurile clădirii care schimbă culoarea.

Închise în celulele emisferice ale unui folie cu bule obișnuită disponibilă în comerț, aceste granule AP pigmentate color au fost testate pentru a vedea dacă sunt capabile să modifice permanent transparența membranelor foliei sub influența apei și a hidrogelurilor formate.

Pentru prototip, cristalele AP au fost plasate în celule. Gravitatea le-a făcut să se acumuleze în partea de jos a fiecărei celule, astfel încât folia a rămas în general transparentă. Celulele au fost apoi umplute pe jumătate cu apă pentru a permite volumul maxim de umflare. Contactul cu apa a inițiat umflarea cristalelor și astfel a produs modificări ale transmisiei luminii și ale culorii.

Folii hidroabsorbante: detaliu al mai multor celule cu cristale aproximativ pe jumătate umflate (semitransparente: transparente/opace). | Mai multe celule, unele cu cristale complet umflate și altele cu cristale neumflate (semitransparente: transparente/opace). | Mai multe celule cu cristale complet

umflate (opace).



sources

CĂRȚI, ARTICOLE DE REVISTA, PUBLICAȚII PE INTERNET

Addington, D. Michelle; Schodek, Daniel L.: *Smart Materials and Technologies for the Architecture and Design Professions*, Architectural Press/Elsevier: Oxford, 2004
Apel, Veronika; Binaz, Ionatan; Gantner, Johannes; Schutz, Mark-Felix: *Neue Techniken zur Energiegewinnung - Die Nanokristalline Farbstoff-Solarzelle (Grätzel-Zelle)*, Waldorfschule Darmstadt, mai 2005
Arch+ Verlag (Redactor): *Material*, Arch+ 172, decembrie 2004
Atelier Bruckner (Redactor): *experiment cyclebowl*, avedition, 2001
Bar-Cohen, Yoseph: *Polimerii electroactivi ca mușchi artificiali - Realitate și provocări*, Institutul American de Aeronautică și Astronautică, lucrare 2001-1492
Behrendt, Ernst: *Das Kraftwerk in der Streichholzschachtel - Thermoelemente wandeln Wärme in elektrische Energie um*, în: hobby - Das Magazin der Technik, No.11, noiembrie 1958, p. 41-45 & p. 164
Bletz, Michael: *Untersuchungen über das Schalten photochromer Indolinospirobenzopyrane*, disertație, Fachbereich Chemie und Pharmazie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, 2001
Buller, Barbara: *Thermisch schaltbare Polymere eröffnen neue Anwendungsfelder*, în: Kunststoffe, 6/2006, pp. 51-53
Chan Vili, Yvonne YF: *Crearea de textile inteligente folosind materiale cu memorie de formă*, Universitatea Heriot-Watt, Galashiels, 2003
Dinkla, Soke: *Die Fassade als barocke Bühne?*, în: Pro Architektur, 01/97, pp.42-44
Hill, Jonathan: *Building the Drawing*, în: Architectural Design (AD) - Design Through Making, Vol. 75, Nr.4, iulie/august 2005, p. 13-21
Hochkirch, Axel: *Denkmalschutz: Farbwechsel durch Mikroorganismen*, în: Kosmos, 12/92
Hummel, Hans-Ulrich; Kramer, Georg: *Gips-Zeolith-Platten zur Verbesserung der Innenraumluft-Qualität*, în: Zement Kalk Gips, Vol. 58; nr.11; 2005; pp.80-86, voi. 59; nr.01; 2006; pp. 72-80
Jendritzka, Daniel J. și colab.: *Technischer Einsatz Neuer Aktoren - Grundlagen, Werkstoffe, Designregeln und Anwendungsbeispiele*, a 2-a ed., expert-Verlag: Renningen-Malmsheim, 1998
James Robinson: *Noi utilizări pentru fotocromatică*, în: Speciality Chemicals Magazine, octombrie 2003
Kraft, Alexandru; Rottmann, Mathias; Heckner, Karl-Heinz: *Steuerbare elektrochrome Farbfilter - Intelligente Verglasung für Fahrzeuge, Gebäude oder Displays*, în: Laser+Photonik, 1/2006, pp. 28-30
Kraft, Alexandru; Rottmann, Mathias: *Intelligente Fenster*

und automatisch abblendbare Spiegel: Die Electrochromie macht's möglich, la: <http://www.aktuelle-wochenschau.de/woche13b/wochenschau13b.html>, 2006
Kubisch, Christina; Leitner, Bernhard: *Zeitversetzt / Schimbat in timp*, Kehrer: Heidelberg, 2004
Le Corbusier: *Vers une Architecture*, Paris 1922, ediția în limba engleză: *Towards a new architecture*, Londra 1947
Lenz, Christoph: *Lumineszenz - Spektakuläre und nützliche Eigenschaften von Mineralien*, la: <http://www.geoberg.de/text/geology/05111601.php>
Materio (compilat): *Material World 2 - Materiale inovatoare pentru arhitectură și design*, Birkhauser: Basel; Boston; Berlin, Cadru: Amsterdam, 2006
Meyer, Bruno K.; Farangis, Baker: *Herstellung und Charakterisierung von schaltfähigen Spiegeln*, la: http://meyweb.physik.uni-giessen.de/1_Forschung/Arbeitsgebi-ete/Spiegel.html
Morita, Koichi; McCabe, Steven: *Programul de cercetare de testare structurală cooperativă SUA-Japonia privind sistemele structurale inteligente*, în: Panelul UJNR privind efectele vântului și seismice - Actualizare panoului, vol. 1, nr. 5 februarie 2004
Muthumani, K.; Sreekala, R.: *Aplicația structurală a materialelor inteligente*, la: <http://dbtindia.nic.in/woman/paper15.htm>
NN: *Wohnen im Grunen wortlich genommen*, în: SKIN, mai 2005, pp. 54-55
Oswalt, Philipp (Redactor): *Wohltemperierte Architektur*, CF Muller: Heidelberg, 1994
Richardson, Thomas J.: *New Electrochromic Mirror Systems*, la: <http://www.lbl.gov>
Ritter, Axel: *Autovariablenonenergetische Gebäudemembransysteme*, Raport de seminar, Universität Stuttgart, Semestrul de vară 1994
Ritter, Axel: *„Es“ bewegt sich - Reagible Tragstruktur aus Glasfaserkunststoff*, în: AIT Spezial - intelligente Architekturtur, No.4, 03/96, pp. 70-71
Ritter, Axel: *Flexible Tragstruktur aus Glasfaserkunststoff*, în: Arch+, 12/95, p. 136
Ritter, Axel: *Polyreagible Mechanomembran mit wettersensibler Ausstattung - Lektionen aus der Natur*, in: Intelligente Architektur, No.36, 09-10 2002, ch. 16
Roth, Werner; Schilz, Jürgen; Steinhuser, Andreas: *Thermoelektrische Wandler als Zusatzstromerzeuger*, Forschungsverbund Sonnenenergie „Themen 96/97“, pp. 77-83
SaBe, Dorte: *Photochromes Glas erstmals umweltfreundlich hergestellt*, la: <http://www.wissenschaft.de/wissen/news/151511.html>

Schmitt, Michael: *Entwicklung dotierter und undotierter Nb₂O₅-Sol-Gel-Schichten zur Anwendung als färbende Elektrode in elektrochromen Systemen*, Dissertation, Technische Fakultät der Universität des Saarlandes, Institut für Neue Materialien gem. GmbH, Saarbrücken, 1999
Schulz, Bernd (Redactor): *Felix Hess - Lumina ca aerul*, Kehrer: Heidelberg, 2001
Shor, Shirley: *Smart House - Versiunea 2.0 - Das Haus von Bill Gates als Modell für das Haus der Zukunft*, la: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6255/1.html>
Stoger, Christian: *Hightech-Textilien aus Spinnenfäden*, la: http://www.expeditionzone.com/story_detail.cfm?story_id=2723
Tagawa, Kikuko: *Țesături ușoare + luminoase - Tehnologie Photocatalizatorului a parcurs un drum lung și adaugă valoare țesăturii în moduri surprinzătoare*, în: Industrial Fabric Products Review, ianuarie 2005, pp. 30-35
Toeffer, Wolfgang: *77 Meter hoch und ganz in Grün: der „Monte Verde“* in Wien, in: Stein, Keramik, Sanitär, No. 5, 2005, pp. 8-10
van Onna, Edwin: *Material World - Innovative Structures and Finishes for Interiors*, Birkhauser: Basel; Boston; Berlin, Cadru: Amsterdam, 2003
White, Mary Anne; LeBlanc, Monique: *Thermochromism in Commercial Products*, în: Journal of Chemical Education, Voi. 76, nr. 9, septembrie 1999, pp.1201-1205
Wortmann, Arthur: *Game Boy*, în: Mark 1 - Let's Build Trees, Architecture comes alive, Nr.01, Iarna 2005/2006, pp. 50-65

CATALOGUE, CĂRȚI ALBE, BROȘURI

Dehnstoffarbeitselemente mit PTC; publicația companiei de către Behr Thermot-tronic GmbH, Kornwestheim

EunSook Lee, catalogul expoziției de la Ambasada Republicii Coreea, 26 noiembrie - 5 decembrie 2003, Berlin

Förderpreis zum 3. Studentenwettbewerb „Textile Strukturen für neues Bauen 1995“, carte albă publicată de Textextil-Symposium, Arbeitskreis Textile Architektur und der Messe Frankfurt, 1995, Frankfurt

Gelsenkirchen-Stiftung (Redactor): *Kinetische Kunst - Die Sammlung des Städtischen Museums Gelsenkirchen*, Edition Braus: Heidelberg, 1998

GLASSX verwandelt die Glasfassade in ein Klimatisierungselement mit nachhaltiger Energiebilanz, publicația companiei GlassX AG, Zurich, Elveția

Heckner, Karl-Heinz: *Intelligente Gläser im Energiemanagement von Gebäuden - Fenster mit variablen optischen und thermischen Eigenschaften*, în: conferință la „GLAS“ - Innovationsforum für Glasvarianten, Haus der Technik, Berlin, la 03.06.1999

Nitz, Peter: *Sonnenschutz mit thermotropen Schichten*, hârtie albă pentru primul simpozion Leobener Materiale solare polimerice, Leoben, 2003

Gekoppelt optim: Akustik und Raumluftqualität - Call Center im Industriedenkmal „die Fabrik“ din Cottbus, comunicat de presă Knauf Gips KG, Iphofen, 2005

Piezokeramische Materialien und Bauelemente, publicație a companiei de PI Ceramic GmbH, Lederhose, Germania

Sigmar Polke, catalogul expoziției de la Musee d'Art Moderne de la Ville de Paris, ARC, Paris, între 20 octombrie și 31 decembrie 1988

SmartWrap; publicația companiei de KieranTimberlake Associates, 2003

Thermobimetalle - Grundlagen, Berechnungen, Gestaltung, Auswahl; publicația companiei de G. Rau GmbH, Pforzheim, 1989

Toyoda, Hiroshi; Nakata, Takayuki; Abe, Kazuhiro: *Proprietăți fotocatalitice ale materialelor membranare tratate cu dioxid de titan pentru structuri arhitecturale membranare*, publicația companiei Taiyo Kogyo Corp., Osaka, Japonia

Verbundprojekte, în: Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung, ZAE Bayern, 2003, pp. 48-53

Wie das Auge in der Bleistiftzeichnung herumspaziert, so meldet das Hirn..., pliant de Ruth Handschin despre instalația de lumină de la Künstlerhaus Bethanien, Berlin, 1990

SURSE DE INFORMAȚII DE PE INTERNET <http://www.art-site.de/ruth.handschin> <http://www.autonomic.uiuc.edu> <http://www.bayermaterialsscience.de> <http://www.bine.info> <http://www.chempage.de> <http://www.dyesol.com> <http://www.eamex.co.jp> [\[ink.comhttp://www.el-licht.de\]\(http://www.el-licht.de\) <http://www.el-technik.de> <http://www.emfit.com> <http://www.empa.ch> <http://www.enocean.com> <http://www.functionalpolymers.basf.com> <http://www.innovations-report.de> <http://www.inhaus-duisburg.de> <http://www.ise.fhg.de> <http://www.oled.at> <http://www.photochromics.co.uk> <http://www.private.com> <http://www.rinspeed.com> <http://www.sam-tetec.com> <http://www.seilnacht.com> <http://www.storelite.com> <http://www.tagesleuchtfarben.ch> <http://www.tii.se/static.htm> <http://www2.uni-jena.de/chemie/institute/oc/weiss.htm> <http://www.weiss.htm> <http://www.weiss.com-not-art.com> <http://wikipedia.org>](http://www.e-</p>
</div>
<div data-bbox=)

UNIVERSITATI, INSTITUTII

Eidgenossische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Dubendorf

Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich), Jülich

Fraunhofer Institut Angewandte Polymerforschung (IAP), Potsdam-Golm

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg

Fraunhofer Technologie Entwicklungsgruppe (TEG), Stuttgart

Philipps-Universität, Marburg

Technische Universität Berlin, Physikalische und Theoretische Chemie, Berlin

Universität des Saarlandes, Fachbereich Organische Chemie, Saarbrücken

PRELEȚII PE TEMA DATE DE AUTOR

Häuser mit IQ - Die smarten Eigenschaften des Wassers als Auslöser komplexer Veränderungen am Haus, prelegere invitată la cel de-al 3-lea Congres al Studenților de la Fachhochschule Suderburg, 05.06.1994

Sich verändernde Häuser als Ergebnis biologischer Prozesse auf Natursteinflächen, prelegere invitată la cel de-al 4-lea Congres al Studenților de la Fachhochschule Nürtingen, 14.05.1995

Gewichtsgesteuerte Phänomene, prelegere invitată la Institut für leichte Flächentragwerke (IL) al Universității din Stuttgart, ca parte a unui simpozion internațional, 28.05.1998

Smarte Materialien für eine neue Architektur, prelegere invitată la Fachhochschule Koblenz, 09.06.2004

PUBLICAȚII RELEVANTE PENTRU SUBIECTUL DE LA AUTOR

Hangarul pentru dirijabil câștigă premiul pentru design textile, publicarea unui proiect pentru un hangar pentru dirijabil convertibil pneumatic cu structură portantă bivalentă - Luftschiffhalle Friedrichshafen, în: Technical Textiles

International, noiembrie 1995

Hangar pentru dirijabil proiectat cu structură textilă, publicarea unui proiect pentru un hangar pentru dirijabil convertibil pneumatic cu structură portantă bivalentă - Luftschiff halle Friedrichshafen, în: High Performance Textiles, noiembrie 1995

Publicarea unui proiect pentru un hangar de dirijabil convertibil pneumatic cu o structură portantă bivalentă - Luftschiffhalle Friedrichshafen, în: Textextil-Telegramm, decembrie 1995

Un decapotabil pneumatic, publicarea unui proiect pentru un hangar de dirijabil convertibil pneumatic cu o structură portantă bivalentă - Luftschiffhalle Friedrichshafen, în: fabrics & architecture, 01-02 1995

Drillagige Textilhülle von 157m Länge, publicarea unui proiect pentru un hangar de dirijabil convertibil pneumatic cu o structură portantă bivalentă, în: Techniker- Magazin, iunie 1995

Publicarea unui proiect pentru o clădire cu greutate controlată de către Kinetik Design Group de la Massachusetts Institute of Technology (MIT), la: <http://kdg.mit.edu/Matrix/matrix.html>, din decembrie 1999

Publicarea unui design pentru o membrană mecanică reactivă, în: Wallpaper*, decembrie 2002

Publicarea unui proiect de concurs pentru o clădire cu o fațadă mecanică reactivă capabilă să-și modifice proprietățile texturale și de transmisie a luminii, de către: Expoziție Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion Trier la Palatul Electorului, Trier; Expoziție a Verbandsgemeinde Verwaltung Hermeskeil, Hermeskeil, octombrie 2003

NOTE LA TEXT

- [1] <http://kdg.mit.edu/Matrix/matrix.html>
- [2] Hofmeister, Sabine: *Der beabsichtigte Zufall und die gewollten Veränderungen im malerischen Werk Sigmar Polkes*, Diplomarbeit, Institut für Technologie der Malerei, Stuttgart, mai 1993
- [3] van Hees, Rob: *Profil de laborator: tehnici de conservare*, la: <http://www.tudelft.nl/>
- [4] E-mail de la Herbert Enzler, asistent tehnic la Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik al TU Clausthal din 14.11.2005
- [5] Schmidt-Mende, P: *Aktoren mit Formgedächtnis-legierungen*, in: Jendritza, Daniel J. et al.: *Technischer Einsatz Neuer Aktoren - Grundlagen, Werkstoffe, Designregeln und Anwendungs-beispiele*, 2nd ed., expert-Verlag: Renningen- Malmshheim, 1998
- [6] E-mail de la Dipl. Masch.-ing. ETH Patrick Lochmatter, Eidgenossische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Dubendorf din 22.06.2006
- [7] Bouas-Laurent, H.; Durr, H.: *Organic Photo chromism*, în: Angewandte Chemie, No.116, 2004, pp. 3404-3418

[8] *Helioseal Clear Chroma - farbverändernd, transparent, ästhetisch*, publicația companiei de Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein

[9] Stephan, Jorg: *Beitrag zum Greifen von Textilien, Disertație*, Fachbereich 11 Maschinenbau und Produktionstechnik der Technischen Universität Berlin, Berlin, februarie 2001

[10] *Keramische Fliesen mit Hydrotec Oberflächen-Veredelung*, publicație a companiei Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG, Bonn

[11] Blasse, Grabmeier, 1994

[12] Mann, Martin: *... und es leuchten die Wände*, în: hobby - Das Magazin der Technik, Nr. 8, august 1957, p. 74-77

[13] Elektronik, 12/2002

CREDITE DE ILUSTRARE

AGROB BUCHTAL: 99 top, 106, 107 (fotografii: Pez Hejduk)

© Alsa: 82, 85

© Anja-Natalie Richter: 64

© atelier bruckner: 13, 14 top (toate fotografiile: Thomas Mayer)

© Autostadt: 14 jos

© Axel Ritter: 11 stânga (fotografii: Axel Ritter); 15, 46 de sus (grafic: Axel Ritter); 52 (grafic: Axel Ritter); 57, 58 (fotografii: Axel Ritter); 76 stânga 1 · 2^{și} 3^{de} sus; 81; 91; 100; 113 (foto: Axel Ritter); 162, 163 (fotografii: Axel Ritter); 174 (foto: Axel Ritter); 177 2 de sus (foto: Axel Ritter); 183; 187 (fotografii: Axel Ritter)

© BASF: 165; 167 stânga, dreapta 1st de sus; 170

Bayer: 20 2^{și} 3^{de} sus

© Behr Thermot-tronik: 49, 50

© BMW Group: 21 dreapta

© Bryan Boyer: 46 jos; 71

© Bugatti: 16

©Christina Kubisch: 116

© Christopher Glaister, Afshin Mehin, Tomas Rosen: 88 © CLOUD 9 (Enric Ruiz Geli): 128; 129

© 2006 Cute Circuit: 18; 20 1st de sus

© DaimlerChrysler: 21 la stânga al patrula 2^{de} sus

© Daniel Pelosi: 41 3^{și} 4^{din} partea de sus Arhitecți deCOi: 12

© Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer: 101; 102; 104 1st de sus

© DieMount: 126 stânga 3^{-a} de sus, dreapta 1^{-a} de sus

© Ewald Dorken AG: 166 al 2^{-lea} și al 3^{-lea} de sus; 167 dreapta al 2^{-lea} de sus

© Dyesol: 144 1., al 2^{-lea} și al 3^{-lea} de sus; 145; 147

© EADS: 62

Hamburg de est: 104 al 4^{-lea} de sus

Eike Becker Architekten: 78

© E Ink / Citizen: 93 1st de sus

© E Ink / LG.Philips LCD: 93 al doilea 2^{de} sus

© E Ink / Polymer Vision: 93 a treia 2^{de} sus

© E Ink / Toppan Printing: 95 dreapta 1st de sus

© Emfit: 155 al 3-lea de sus; 158 1^{și} 2^{de} sus

© EMPA: 66; 67; 68; 69

© EnOcean: 158 3^{-a} de sus

© EunSook Lee: 110 jos; 117

© European Bioplastics: 30 1st de sus (foto: Treofan), al 2^{-lea} de sus (foto: Novamont)

© Felix Hess: 161

© FerroTec: 152 al 3^{-lea} de sus

© Fludicon GmbH: 38 stânga 1st de sus, dreapta

© Fraunhofer IAP: 83 (fotografii: Armin Okulla); 84 (foto: Armin Okulla); 138 (foto: Armin Okulla)

© Fraunhofer ISE: 76 dreapta; 77; 144 4^{-a} de sus; 146 © Fraunhofer TEG: 149 3^{-a} 2^{de} sus

Freihofer: 29 stânga 2^{de} sus, dreapta 1^{și} 2^{de} sus

© FZ Julich: 155 1st de sus

© 2006 G+B pronova: 32 dreapta

© Geohumus International: 185

© Gesimat: 92 1^{-a} și 4^{-a} de sus; 95 stânga 1st de sus © GKD / ag4: 127 dreapta

© GlassX: 164 (foto: Gaston Wicky); 166 1st de sus (foto: GlassX); 168 (fotografie și grafică: GlassX); 171, 172 (fotografii: Gaston Wicky)

© G. Rau: 53; p. 54; 55; 56; 61

© Gruppe RE (Silke Warchold, Nicole Huttner): 23 dreapta (fotografii: Lucas Roth); 119 2^{și} 3^{de} sus (fotografii: Sabrina Rothe)

© Grado Zero Espace: 17,19 la stânga 1st, 2^{și} 4^{de} sus

© Hannaliisa Hailahti: 124

hobby - Das Magazin der Technik, nr. 8, august 1957, 74, 75 și 77: 132 1^{și} 2^{din} hobby de top - Das Magazin der Technik, No.11, noiembrie 1958, 164: 153

© Jaithan Kochar: 42 dreapta 2^{și} 3^{de} sus

© James Robinson: 74 1^{și} 2^{de} sus; 75

© KieranTimberlake Ass.: 140; 141

© Knauf Gips: 177 dreapta al 2^{-lea} de sus (foto: Albert Weisflog); 181 (fotografii: Albert Weisflog)

© J. Mayer H.: 72 (foto: Uwe Walter); 87

© Juliet Quintero: 123

Kowa / Kirakira-Komichi: 120; 121 sus

Kowa / Mamoru Nanba: 119 1st de sus

© LBL: 92 al 2^{-lea} și al 3^{-lea} de sus

© LBM: 40

© Lichtpapier (Anke Neumann): 114 1^{-a} și 2^{-a} de sus (fotografii: Anke Neumann); 121 2^{-a} și 3^{de} sus (fotografii: Anke Neumann); 132 3^{și} 4^{de} sus

lif Germania: 127 stânga 3rd 2^{de} sus

© Loop.pH (Rachel Wingfield, Mathias Gmachl): 133; 134

© 2004-2006 Lord Corp.: 38 stânga al 2^{-lea}, al 3^{-lea} și al 4^{-lea} de sus

© 2006 LUMINEX: 23 rămase

© Merck: 31

© 2006 Messe Frankfurt Exhibition GmbH: 19 stânga 3^{de} sus (foto: Jean-Luc Valentin); 20 2^{de} sus (foto: Jean-Luc Valentin)

© 2006 Michael Bleyenbergh: 34; 35

© Micropelt: 151; 152 1st de sus

© Minimax: 48 al 2^{-lea} și al 3^{-lea} de sus

© Mirow Systemtechnik: 157

© Mitchell Joachim: 11 dreapta
Mitchell Joachim, Lara Greden, Whitney Jade Foutz, Wendy Meguro, Luis Rafael Berrios-Negron: 142; 160
© Muzeul Național al Științei Emergente și Inovației: 39
© NAUE: 178 al 4^{-lea} de sus
© 2006 NO-CONTACT (Adam Whiton, Yolita Nugent): 19 corect
© Norbulb Sprinkler Elemente: 48
© Novalad: 135 top; 136; 137 1 și 2 de sus; 139 2 și 3^{de} sus
© OKER-Chemie: 177 stânga 1 și 3^{de} sus, dreapta 1^{de} sus
© 2004 Olafur Eliasson: 33
© Osram Opto Semiconductors: 126 stânga 1^{-a} 2^{-a} și 4^{-a} de sus, dreapta 2^{-a} de sus; 135 jos; 137 3^{-a} de sus; 139 1st de sus
© Permalight: 118 1st de sus
© Peter Linnett, Tobi Blunt: 51
© Peter Marino Architects: 96 rămase; 97 corect
© Peter Yeadon: 42 stânga, dreapta 1st de sus
© Philipps-Universität / N. Hampp: 74 3^{-a} și 4^{-a} de sus; 76 la stânga, al 4^{-lea} și al 5^{-lea} de sus
© PI Ceramic: 154; 155 al 2^{-lea} de sus; 156
© Prinz Optics: 32 stânga
© Rascor International: 184
© RC TRITEC: 111 sus; 112; 118 2 și 3^{de} sus
© Rinspeed: 21 la stânga 1^{-a} 2^{-a} și 3^{-a} de sus
© RPM/Belgia NV: 176; 178 1 · 2 și 3^{de} sus
© R&Sie... (Francois Roche): 10
© Ruth Handschin: 110 top; 114 3^{-a} de sus; 115; 122
© SAM - Span și Mayrhofer: 149 stânga, 1 și 2^{din} sus, dreapta 1 și 2^{de} sus; 152 4^{-a} de sus
© SCTB NORD: 152 al 2^{-lea} de sus
© SensiTile Systems: 37
© SGG: 94; 95 stânga 2^{de} sus, dreapta 2^{de} sus; 96 dreapta; 97 au rămas; 103
© 2006 Sharon M. Loudon, prin amabilitatea artistului și Galeria Oliver Kamm/5BE: 25
© SHARP: 41 al 2^{-lea} de sus
Sigmar Polke: 24; 86
Solitech - Solartechnik inovator: 127
© Taiyo: 104 al 2^{-lea} și al 3^{-lea} de sus
© Taiyo / Obayashi Corp.: 99 de jos; 105
Technische Universität Berlin / G. Hauck: 80
© Institutul Interactiv / Design frontal: 79
© Institutul Interactiv: 22
© UIUC: 28
wikimedia.org: 59; 98; 111 jos; 150

© Wurth Solar / Universität der Künste Berlin: 41 1st de sus
© Yvonne Chan Vili: 65
© Zigan Afîșează: 130